

Sistemas de recuperación de plásticos residuales

HERNÁNDEZ-SÁNCHEZ, Adán†*, GARCÍA-GUENDULAIN, Crescencio, PONDIGO-SOSA, Selene y BAUTISTA-VARGAS, María Esther

Universidad Politécnica De Altamira

Recibido Febrero 15, 2017; Aceptado Agosto 29, 2017

Resumen

El objetivo de este trabajo es presentar el diseño de un recuperador de plásticos residuales. Se utilizó un motor con caja de engranes, una broca de 1 1/6, un tubo de acero al carbón de 1 1/6, una boquilla de 1.75mm, 4 donas calefactoras de 1 1/6, así como 2 controladores de temperatura PID. Las donas calefactora se colocan en el tubo de acero al carbón para que alcance una 230°C mediante los controladores de temperatura, la boquilla se coloca en un extremo del tubo y por el otro lado se introduce la broca, se alimenta el tubo con plástico residual previamente tratado (limpio y molido), la broca al girar con la fuerza del motor, impulsa el plástico caliente a través del tubo y se obtiene como producto final (a través de la boquilla) un filamento de 1,75mm. La contribución de este proyecto es el filamento de plástico residual que posteriormente se puede utilizar en una impresora 3D. La contribución de este proyecto es el minimizar el impacto ambiental de los plásticos, y generando una alternativa de reciclaje y aprovechamiento de sus características al final de su ciclo de vida

Plástico residual, impresora 3D, filamento de 1.75

Abstract

The objective of this work is to present the design of a residual plastics recuperator. A motor with gearbox, 1 "1/6 drill bit, 1" 1/6 carbon steel tube, 1.75mm nozzle, 4 "1/6-inch heater, as well as 2 PID temperature controllers. The heating donors are placed in the carbon steel tube to reach 230 ° C by means of temperature controllers, the nozzle is placed on one end of the tube and on the other side the bit is inserted, the tube is fed with plastic (Clean and ground), the drill bit rotates with the force of the motor, drives the hot plastic through the tube and a filament of 1.75mm is obtained as the end product (through the nozzle). The contribution of this project is the residual plastic filamet that can later be used in a 3D printer. The contribution of this project is to minimize the environmental impact of plastics, and generating an alternative of recycling and taking advantage of its characteristics at the end of its life cycle.

Residual plastic, 3D printer, filament of 1.75

Citación: HERNÁNDEZ-SÁNCHEZ, Adán, GARCÍA-GUENDULAIN, Crescencio, PONDIGO-SOSA, Selene y BAUTISTA-VARGAS, María Esther. Sistemas de recuperación de plásticos residuales. Revista de Tecnología e Innovación 2017, 4-12: 40-48.

*Correspondencia al Autor (Correo electrónico: adan.hernandez@upalt.edu.mx)

†Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

La generación creciente de plásticos residuales, es un problema de salud. INEGI, en 2010, reportó que en Tamaulipas el promedio diario de residuos urbanos recolectados fue de 3,174,870 kilogramos de los cuales 6.1% fueron plásticos. También informó que, del total, Altamira generó 97,000 kg, Cd. Madero 100,000Kg y Tampico 420,000 Kg dando un total para la zona conurbada de 61,700 kilogramos de los cuales 37,637 Kg son plástico. El 99 por ciento de la totalidad de plásticos se produce a partir de combustibles fósiles, lo que provoca una excesiva presión sobre las limitadas fuentes de energía no renovables. SEMARNAT reportó que el 4% del plástico residual en México ya es reciclado.

INEGI, en 2010, reportó que Tamaulipas que el promedio diario de residuos urbanos recolectados fue de 3,174,870 kilogramos de los cuales 6.1% fueron plásticos. También informó que, del total, Altamira generó 97,000 kg, Cd. Madero 100,000Kg y Tampico 420,000 Kg dando un total para la zona conurbada de 61 toneladas de los cuales 37,637 Kg son plástico. Dado que los plásticos tardan hasta 500 años en degradarse, estos impactan de forma directa en el medio ambiente y por tanto en la salud.

Por otro lado, las impresoras 3D están ganando popularidad como dispositivos de fabricación a pequeña escala. El desarrollo de las versiones de escritorio de bajo costo ha hecho que esta tecnología sea ampliamente accesible para su uso en el hogar y la oficina. La mayoría de las impresoras 3D disponibles comercialmente utilizan una técnica conocida como fabricación por deposición de polímero fundido (MPD por sus siglas en inglés), según la cual un filamento sólido termoplástico es forzado a través de una boquilla de extrusión, controlado por computadora.

Una de las aplicaciones más importantes es la fabricación de férulas y prótesis, pero se puede imprimir cualquier diseño que se pueda realizar en programas de modelado en 3D. Esto hace necesario la utilización de plástico para la fabricación de cualquier prototipo en una impresora 3D.

Este proyecto tiene como objetivo presentar la implementación con piezas y equipo nacional del equipo extrusor diseñado por Dave Hakkens, en 2013 en su página web <https://preciousplastic.com>, además de generar una campaña de recolección de plásticos residuales, producir filamento para impresora 3D y con esto ayudar a disminuir el impacto a la salud y ambiental que tienen los plásticos residuales en el sur de Tamaulipas al convertir el plástico residual en productos útiles en vez de contaminar. La Universidad Politécnica de Altamira cuenta con el molino más común (vease figura 1) usado principalmente por recicladores medianos y peletiza (ver apartado 2 para encontrar la definición de Peletizar) diferentes tipos de plástico como el Tereftalato de polietileno (PET por sus siglas en inglés), cubetas, rejillas de refresco, entre muchos usos más.



Figura 1 Molino de PET de 20HP

HERNÁNDEZ-SÁNCHEZ, Adán, GARCÍA-GUENDULAIN, Crescencio, PONDIGO-SOSA, Selene y BAUTISTA-VARGAS, María Esther. Sistemas de recuperación de plásticos residuales. Revista de Tecnología e Innovación 2017.

Se requiere de la tabla 1 para su implementación:

Cant	Equipo/parte
1	Motor Baldor GM3303 1/2 Hp 208-230/460 Vca 88 Rpm 20:1 200 Lb-in
1	Controlador ABB ACS150
2	Controlador de temperatura PID Inkbird Dual
1	Metro de tubo de acero al carbón de 1" cedula 40
2	Donas calefactoras de 1" a 110Vca 300W
2	Donas calefactoras de 1 1/4" a 110Vca 300W
2	Relevadores de estado solido Voltaje de entrada de 3 a 32V Voltaje de salida de 24-380Vac
1	Mesa de trabajo
9	Metro de cable 12 AWG
1	Conector eléctrico para 220V bifasico
4	Metro de cable 14AWG
2	Sensor de temperatura tipo K
1	Boquilla extrusora de 1 1/4"
1	Broca Bosch ASHXB1017 Impact 1"

Tabla 1 Material necesario para la implementación del sistema de recuperación de plásticos residuales

Motor Baldor GM3303

El sistema de recuperación de plásticos residuales requiere que el pelet pase a través de un tubo a 230°C para que lo convierta en un filamento. La fuerza de empuje es proporcionada por el motor. Se escogió el modelo de Baldor GM3303 ya que de los que se encontraba en el mercado, era el único que ofrecía un máximo de 87 RPM y como este sistema requiere tiempo para fundir el plástico, se requieren menos de 90 RPM para su correcto funcionamiento.

Este motor cuenta con dos configuraciones eléctricas, la figura 2 muestra el diagrama eléctrico que se utilizó para su conexión

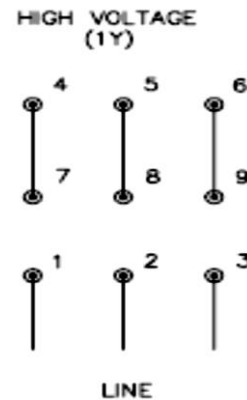


Figura 2 Conexión eléctrica del motor Baldor GM3303

Controlador ABB ACS150

Los laboratorios de la Universidad Politécnica de Altamira cuenta con contactos monofásico, bifásico y trifásicos. Sin embargo, se requiere que el sistema de recuperación de plásticos residuales tenga la capacidad de trabajar en cualquier contacto eléctrico sin que existan problemas de funcionamiento. Debido a esto se utilizó el Driver de ABB ACS150 ya que, tiene la capacidad para ser alimentado por una línea monofásica, bifásica o trifásica, sin importar cual se asu entrada puede controlar un motor trifásico como el Baldor GM3303, además puede variar la velocidad del Motor de 0 a 87 RPM.

Controlador de temperatura PID Inkbird Dual

El sistema requiere tener capacidad para trabajar a diferentes temperaturas de extracción, por lo que se requiere de un controlador de temperatura. Se eligió la marca Inkbird porque soporta sensores de temperatura K, S, Wre, T, E, J, B, N, CU50, PT100, tiene una precisión de 0.1°C, control PID. Existen varias configuraciones eléctricas con las que funciona el controlador de temperatura, la configuración utilizada para el sistema de recuperación de plásticos residuales es la de la figura 3.

Este sistema utiliza 2 controladores ya que cada controlador controla 2 donas calefactoras y el sistemas recuperador de plástico residual utiliza 4.

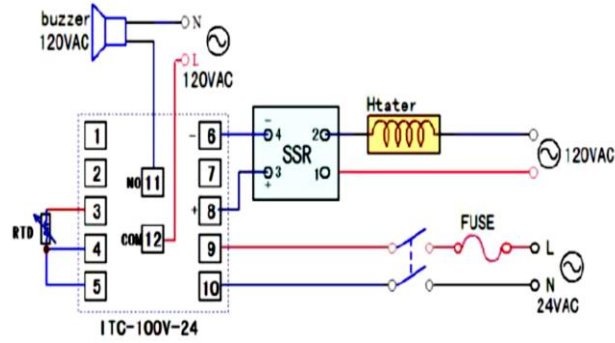


Figura 3 Diagrama de conexión del Controlador de temperatura

La configuración del controlador se puede ver en el apartado 3.

Tubo de acero al carbón

En este se fundirá el pelet, es por esto que no se debe utilizar un tubo galvanizado, o de pared delgada. En un extremo se le debe hacer cuerda con una tarraja de roscar. Esta rosca tiene la finalidad de proporcionar facilidad para cambiar de boquilla extrusora en caso de que sea necesario.

En el otro extremo se debe hacer un corte que permita introducir los pelets dentro del tubo. Arriba del corte se debe colocar una tolva para pacilitar intorucir los pelets, a este tubo le llamaremos "cañon". Las figuras 4, 5 y 6 muestran las medidas del tubo y tolva.

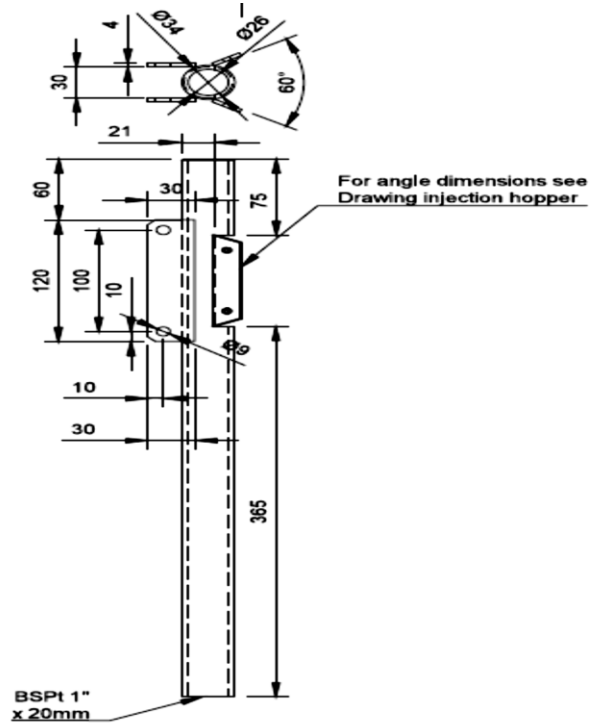


Figura 4 Dibujo esquemático del cañon. Medida en mm

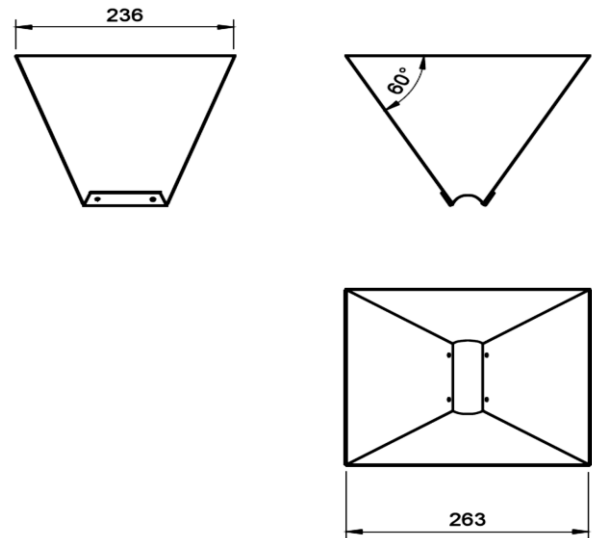


Figura 5 Dibujo esquemático de la tolva. Medida en mm

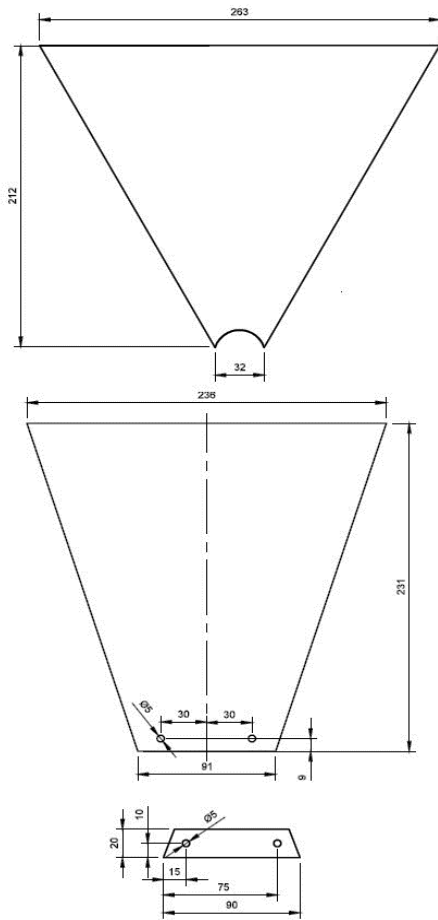


Figura 6 Dibujo esquemático de las hojas de la tolva y sujetadores del cañon. Medidas en mm

El cañon debe estar sujeto a la mesa de trabajo. Para esto se debe fabricar una base para el cañon. La figura 7, 8 9 y 10 muestran las medidas de esta base.

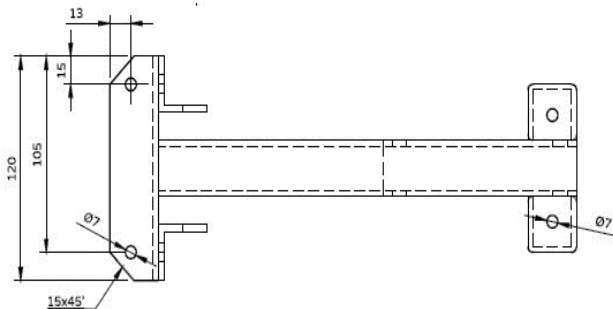


Figura 7 Dibujo esquemático de la Base del cañon vista superior. Medida en mm

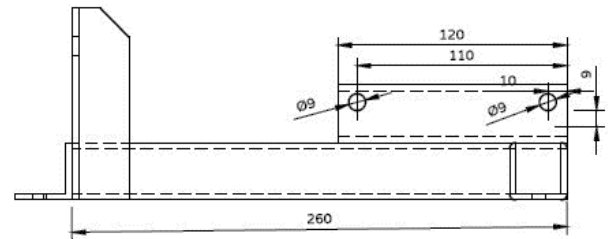


Figura 8 Dibujo esquemático de la base del cañon vista lateral 1. Medida en mm

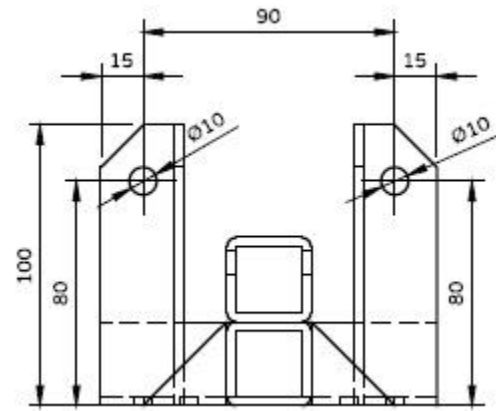


Figura 9 Dibujo esquemático de la base del cañon vista lateral 2. Medida en mm.

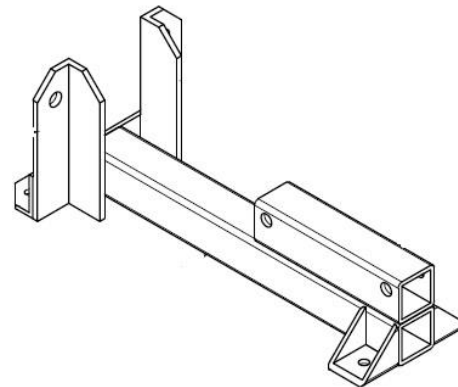


Figura 10 Figura de la base del cañon terminación final

Donas calefactoras

Estos elementos son los encargados de llevar el cañon a las temperaturas necesarias de fusión del pelet. Tres de ellas son lococadas a lo largo del cañon, y la cuarta es colocada en la boquilla para garantizar una temperatura homogénea a lo largo del cañon.

Relevadores de estado solido

Estos elementos son los acopladores entre los controladores de temperatura y las donas calefacturas. Su conexión eléctrica se muestra en la figura 3.

Mesa de trabajo

La mesa de trabajo propuesta por Dave Hakkens se muestra en la figura 11. Sin embargo, se puede utilizar cualquiera que permita fijar a ella todos los elementos del sistema de recuperación de plásticos residuales.

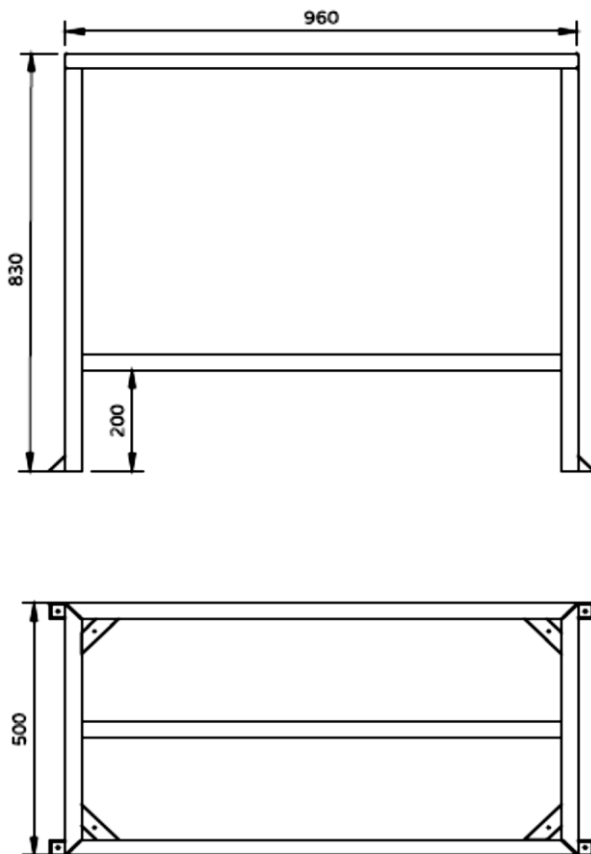


Figura 11 Dibujo esquemático de la mesa de trabajo. Medidas en mm

Sensor de temperatura tipo K

Los sensores de temperatura se eligieron tipo K, ya que, tienen un rango de medición de temperatura de -50°C hasta más de 1000°C .

Boquilla extrusora de 1 1/4"

Este elemento da la forma final del filamento. Debido a que la impresora 3D con la que cuenta la universidad utiliza un filamento de 1.75mm, se requiere que la boquilla tenga un orificio de 1.75mm. Esta boquilla se mandó al torno con las especificaciones de la figura 12.

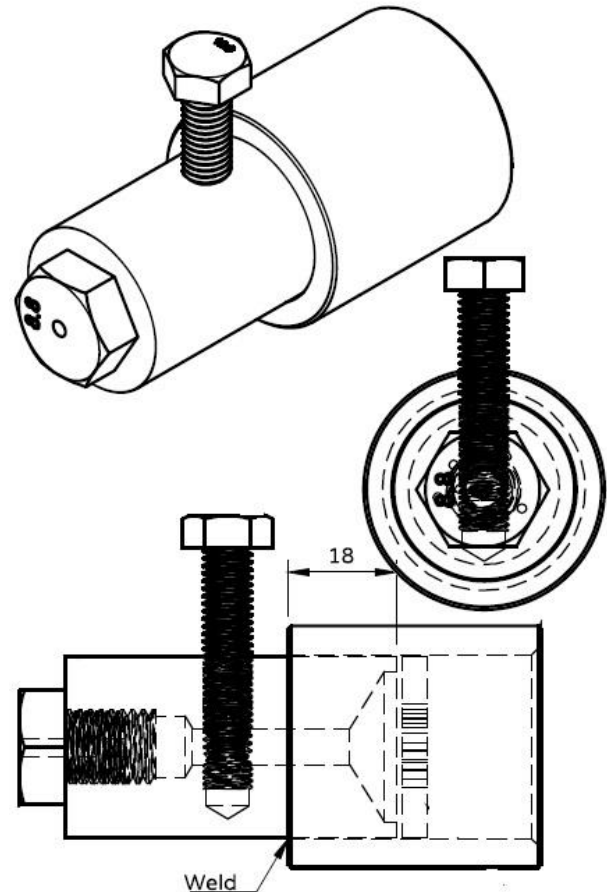


Figura 12 Dibujo esquemático de la boquilla extrusora

Broca Bosch ASHXB1017 Impact 1”

Este elemento se coloca dentro del cañon, y se encarga de transportar el pelet fundido a través del cañon para hacer la extracción. Esta broca esta acoplada al motor. Se debe girar a la izquierda para que impulse hacia enfrente el pelet fundido, de otra manera saldrá por el acoplamiento del motor.

Metodología a desarrollar

Se acoplan los elementos mecánicos del sistema de recuperación de plásticos residuales. Se pueden utilizar los videos en la pagina web de Dave Hakkens <https://preciousplastic.com/en/videos/build/extrusion/> para su correcto ensamble. La conexión eléctrica se muestra en la figura 13

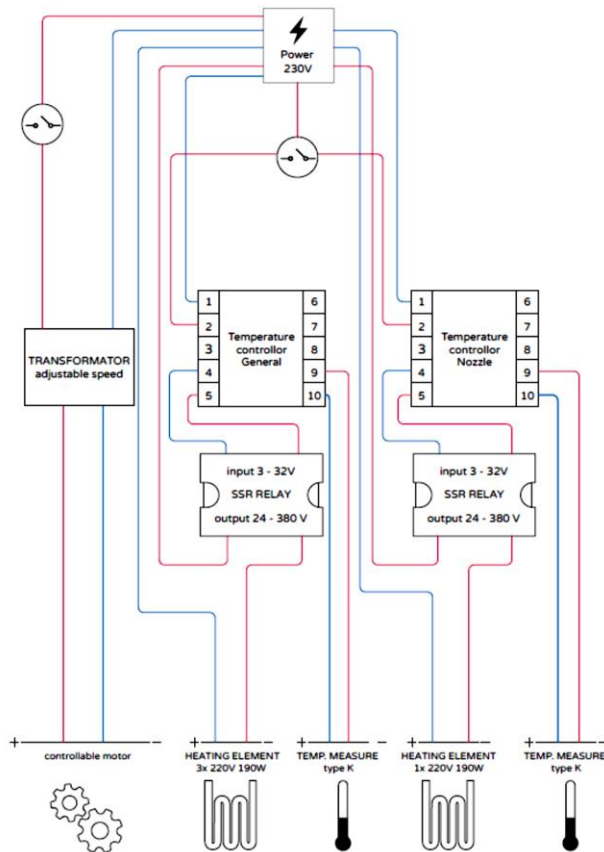


Figura 13 Diagrama de conexión eléctrica del sistema de recuperación de plásticos residuales

Se colecta plástico residual, al inicio se utilizó únicamente polietileno de alta densidad (HDPE por sus siglas en inglés) del tipo 2, que a la vista parece ofrecer las propiedades mecánicas que requiere el filamento de la impresora 3D. El plástico residual recolectado recibe un tratamiento de limpieza y se le retiran etiquetas. Se aplastan y se introducen al molino de plástico. Los pellets obtenidos en el molino se recolectan y se introducen en la tolva del sistema de recuperación de plástico residual. Sin que se ponga en funcionamiento el motor se pone a calentar el cañon durante 10 min a 137°C. Al pasar los 10 min se hace funcionar el motor a 45 RPM. Al empezar a salir el filamento se recolecta en rollos para utilizarse en la impresora 3D

Anexos

Apartado 1 Los plásticos

Son materiales formados por moléculas muy grandes de cadenas de átomos de carbono e hidrógeno (polímeros). En la actualidad es difícil prescindir de los plásticos, no sólo por su utilidad sino también por la importancia económica que tienen. Esto se refleja en los índices de crecimiento de esta industria que, desde principios del siglo pasado, supera a casi todas las actividades industriales.

Los plásticos se utilizan para embalajes, para envasar, conservar y distribuir alimentos, medicamentos, bebidas, agua, artículos de limpieza, de tocador, cosmetología y un gran número de otros productos que pueden llegar a la población en forma segura, higiénica y práctica. Su uso cada vez más creciente se debe a las características de los plásticos. Debido a que son livianos, resultan de fácil manipulación y optimización de costos. Los envases plásticos son capaces de adoptar diferentes formas como bolsas, botellas, frascos, películas finas y tuberías, entre otros.

Son aislantes térmicos y eléctricos, resisten a la corrosión y otros factores químicos y son fáciles de manejar. Los plásticos tienen afinidad entre sí y con otros materiales, admitiendo diversas combinaciones (por ejemplo, los envases multicapa).

En función de las propiedades de los plásticos, la estructura del mercado ha crecido considerablemente. Para el año 2000, la producción mundial alcanzó los 160 millones de toneladas y en México para el año 2006, superó los 4 millones de toneladas. Se calcula que anualmente cada persona en México consume 49 kg de plásticos.

Existen ya diferentes métodos para el reciclado de los plásticos. La selección de alguno de ellos depende del material a reciclar y el producto que se desea obtener. En México, no existe la suficiente infraestructura para el reciclaje de los residuos de plástico, por lo que se exportan a otros países como China y la India, donde la infraestructura es mayor.

Existe una gran variedad de productos que se obtienen a partir de los procesos de reciclaje: desde envases para bebidas (con un proceso de producción más estricto), hasta artículos que se utilizan cotidianamente en el hogar. Este proceso de reciclaje requiere de inicio un molino para PET.

Apartado 2 Peletizar

Peletizar es una palabra en español que viene del inglés Pellet que significa bolita, por lo general es un término que se utiliza para referirse a partículas suaves y pequeñas de materiales plásticos normalmente formadas por la extrusión del material plástico fundido en contacto, o por corte del material plástico en partículas más pequeñas.

La traducción de Pelletizing sería “bolitizar” o hacer bolitas, verbo que no existe en español, por lo que se utiliza peletizar cuando se requiere hacer referencia que se harán bolitas o partículas más pequeñas a partir de otro plástico.

Apartado 3 Configuración del controlador de carga

Después de que el controlador sea energizado y realice una auto inspección presione la tecla SET durante 3 segundos para entrar en el modo de configuración de parámetros. Utilice las teclas subir y bajar para cambiar los valores, presione la tecla SET para confirmar el valor y seguir con la siguiente función. Los parámetros que el sistema de recuperación de plásticos residuales requieren ser programados son los de la tabla 2.

Par	Definición	Rango
HiAL	Valor alarma superior	-1999 a +9999 °C
LoAL	Valor alarma inferior	-1999 a +9999 °C
Ctrl	Modo de control	3 PID
run	Automatico 1/Manual 2	2

Tabla 2 Parámetros a configurar en el controlador de carga

Resultados

Se obtuvo filamento de plástico residual. A pesar de que el orificio de la boquilla es de 1.75mm el filamento obtenido tiene un diámetro de aproximadamente 2.3 mm. Después de varias pruebas, al aumentar la velocidad en el motor se obtuvo un filamento de 1.75mm sin embargo cambió sus propiedades mecánicas.

Agradecimiento

A la rectoría de la Universidad Politécnica de Altamira, que a través de Secretaría Académica proporcionó los recursos económicos necesarios para la construcción de este equipo.

Conclusiones

Se obtuvo un equipo funcional el cual todavía requiere de mucho trabajo para obtener materiales con las propiedades mecánicas deseadas, ajustando parámetros como temperatura, velocidad y mezcla de diferentes tipos de plásticos. Sin embargo, queda demostrado que este equipo es una herramienta funcional para el reciclaje de plásticos residuales, contribuyendo de esta forma a la producción de materias sostenibles y sustentables que benefician al sur de Tamaulipas.

Referencias

- ABB Oy. (2011-01-01). ACS150 drives user manual. ABB component drives, C, 170
- Baldor. (2/08/201). Paquete de información de producto GM3303 MOTORREDUCTOR AC 1/2 HP 88 RPM. Baldor Reliance, F, 10pp.
- B. Bumgarner. (2013). Getting started with a 3D printer. Make (2013), 1, 12-16 pp.
- Derraik, J. G. B. 2002, "The Pollution of the Marine Environment by Plastic Debris: A Review." Marine Pollution Bulletin, 44, 842–85.
- Dave Hakkens. (2013). Dave Hakkens. (2013). Build an extrusion machine. 30/09/2015, de Dave Hakkens Sitio web: Build an extrusion machine. 30/06/2015, de Dave Hakkens Sitio web:<https://preciousplastic.com/en/videos/build/extrusion/>
- Hitachi Hi-Tech. (26/02/1986). ABB Oy. (2011-01-01). ACS150 drives user manual. ABB component drives, C, 170. Hitachi Hi-Tech Science corporation, 1, p1.
- INEGI. (2011). Promedio diario de residuos urbanos recolectados por entidad federativa 2010. Censo 2010, 1, RSU05. 25/10/2016, De Residuos solidos urbanos Base de datos.
- Ortiz M. (27/05/2013). El impacto de los plásticos en el ambiente. La jornada ecologica, Especial, 1.INKBIRD. (2015-6-30). ITC-100 PID Temperature Controller User Manual. INKBRID, 1, 9.
- Plastics Europe, 2015 "Plastics - the Facts 2015. An analysis of European plastics production, demand and waste data"
- Steven L. McCoskey, Stephen R. Hooker, Don W. Jarrell, Marc S. Somers, Stephen W. Coe, Menos. (1991). Pourable particles of normally tacky plastic materials and process for their preparation. Patente: USA.
- Van Seville, E., Wilcox, C., Lebreton, L., Maximenko, N., Hardesty, B., van Franeker, J., Eriksen, M., Siegel, D., Galgani, F. & Law, K., 2015, "A global inventory of small floating plastic debris." Environmental Research Letters 10, 124006