



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO



**SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA
DIRECCIÓN GENERAL DE EDUCACIÓN SUPERIOR TECNOLÓGICA
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ**

INGENIERÍA ELÉCTRICA

Reporte Técnico de Residencia Profesional

**COMPACTACIÓN FINAL DE PET BASADO EN UN
PROGRAMADOR LÓGICO CONTROLABLE**

Hernández Márquez Daniel de Jesús 13270926

Correo: daniel.h.marquez95@gmail.com

Asesor interno:

Ing. Julio Enrique Megchun Vázquez

Asesor externo:

Concepción Hernández Pimentel

Mercapet S.A. de C.V.

Diciembre, 2017

Glosario

Reciclaje: Acción de reciclar.

Pulverulentos: Que está reducida a polvo.

Inorgánicos: Materia que no es ni ha sido parte de un ser vivo, ni está formado por restos.

Degradación: Es la situación en la que un objeto tarda en descomponerse.

Baquelita: Resina sintética plástica que se obtiene por condensación del fenol con el formol, se usa como material aislante en la fabricación de pinturas, barnices y para otros objetos.

Poliestireno: Resina sintética que se emplea principalmente en la fabricación de lentes plásticas y aislantes térmicos y eléctricos.

Rafia: Fibra muy resistente y flexible obtenida de una palmera tropical que se emplea en la industria textil para la fabricación de esterillas.

Biodegradables: Es un producto o sustancia que puede descomponerse en los elementos químicos que lo conforman.

Polímeros: Son macromoléculas formadas por la unión de una o más unidades simples llamadas monómeros.

Monómeros: Es una molécula de pequeña masa molecular que está unida a otros monómeros.

Subvencionado: Es la entrega de dinero o bienes y servicios realizada por una administración pública o particular, sin que exista la obligación de reembolsarlo.

Tetra Brik: Es un envase de cartón producido por la empresa tetra Pak.

Compósitos: Es cualquier material constituido por más de un componente.

Motorreductor: Motor con pares de engranajes que adaptan la velocidad y potencia mecánica.

Compactadora: Máquina utilizada para comprimir material uniformemente.

Automatización: Aplicación de máquinas o de procedimientos automáticos en la realización de un proceso o en una industria.

Fricción: Rozamiento entre dos cuerpos en contacto, uno de los cuales está inmóvil.

Rodillos: Equipo de trabajo que se utiliza para compactar materiales.

Gránulos: Bolitas de plástico.

Resinas: Líquido viscoso.

Extrusión: Proceso de prensado, modelado y conformado de una materia prima.

Caldeo: Calentar.

Rebabas: Porción de materia que sobresale en los bordes o en la superficie de un objeto.

Autómata: Es un equipo electrónico programable.

Captadores: Dispositivo que capta o recoge una determinada variable del sistema, que generalmente luego es empleada como realimentación.

Software: Conjunto de programas y rutinas que permiten a la computadora realizar determinadas tareas.

Hardware: Conjunto de elementos físicos o materiales que constituyen una computadora o un sistema informático.

Actuadores: Es un dispositivo capaz de transformar energía hidráulica, neumática y eléctrica en la activación de un proceso con la finalidad de generar un efecto sobre un proceso automatizado.

Estado del arte: Explicar lo que otros han hecho, están haciendo, o lo más cercano al proyecto.

Granza: Trozo o partícula de un material plástico con una medida de entre 15 y 25 mm, resultado de un proceso de molienda o extrusión.

Lecho fluidizado: Es un proceso por el cual una corriente ascendente de fluido se utiliza para suspender partículas sólidas.

Lista de abreviaturas

PVC: Material termoplástico obtenido del cloruro de vinilo, cuyo residuo presenta problemas de contaminación.

PET: Es una resina plástica derivada del petróleo que pertenece al grupo de los materiales sintéticos denominados del Poliéster.

PP: Polipropileno.

PEAD: Polietileno de alta densidad.

PEBD: Polietileno de baja densidad.

PS: Poliestireno.

RVM: Reserve Vending Machine.

PLC: Programable Logic Controler.

API: Autómata Programable Industrial.

TON: ON-DELAY: Temporizador con retardo a la conexión.

TOF: OFF-DELAY: Temporizador con retardo a la desconexión.

Contenido

Glosario	2
Lista de abreviaturas	4
1. Introducción.....	6
1.1 Antecedentes	6
1.2 Estado del arte	7
1.3 Justificación	7
1.4 Objetivo	8
1.5 Metodología	8
2. Fundamento Teórico	8
2.1 Reciclaje	8
2.2 Tipos de compactadoras	14
2.3 Tipos de plásticos.....	17
2.4 Automatización.....	23
3. Desarrollo.....	30
3.1 Descripción de los circuitos realizados	30
3.2 Descripción de los diseños realizados	31
3.3 Descripción de las pruebas, correcciones y validación	33
4. Resultados y Conclusiones.....	35
4.1 Resultados	35
4.2 Conclusiones	35
Referencias bibliográficas.....	35
Anexos	37
Evidencia fotográfica	37

Compactación final de PET basado en un programador lógico controlable.

1. Introducción

1.1 Antecedentes

El crecimiento de la población y la misma evolución, van creando nuevas necesidades y nuevas tendencias. Una de las tendencias que está revolucionando la industria es el reciclaje. Se busca recuperar grandes cantidades de materiales entre los cuales destaca el cartón, papel, plástico y envases de aluminio u hojalata, siendo este último el más común de encontrar dentro del planeta.

El compactar la basura se define como un tratamiento o alternativa a la disposición de la basura. Sin embargo, un compactador utilizado junto con otros proyectos de reciclaje y reutilización de materiales se puede llevar a reducciones substanciales en volúmenes de residuos. Las instalaciones pueden reducir significativamente el volumen de los residuos sólidos enviados fuera del sitio.

Los equipos de compactar y hacer pacas de materiales de desecho (cartón, botellas, papel, algodón, entre muchos otros) se encuentran disponibles en muchos tamaños y configuraciones. Estas máquinas pueden tener uno o más émbolos para comprimir materiales o moldear a presión fardos o pacas. Los émbolos pueden moverse vertical u horizontalmente, algunos tipos permiten el acceso directo a la cámara de compactación.

Para evitar problemas propios del acceso del material a los mecanismos hidráulicos dispuestos en la parte posterior de la pala móvil, se conoce ya el procedimiento de cubrir el espacio receptor en el movimiento de avance y retroceso, o recoger gracias a los movimientos de vaivén del sistema hidráulico, e impedir de esta manera que dicho material se deposite incontroladamente dentro de los mecanismos.

Las cubiertas telescópicas, accionadas por el propio movimiento de la pala, tiene, sin embargo, el inconveniente de no ser absolutamente herméticas a las filtraciones de líquidos, productos pulverulentos y pequeños materiales, los cuales llegan a los mecanismos descritos provocando daños funcionales en los mismos, o bien, condicionando frecuentes y costosos mantenimientos de limpieza.

En las máquinas compactadoras tradicionales, los mecanismos hidráulicos o sistemas mecánicos de compresión se encuentran dispuestos en el interior del recinto de carga, detrás de la pala móvil, dificultando enormemente su acceso y manipulación en días de imprescindibles actuaciones de mantenimiento preventivo, de limpieza o de reparación de los mismos.

Además de la desagradable situación sanitaria para los operarios de servicio técnico, que se ven obligados a introducirse, de forma total o parcial, dentro de un espacio en el que se acumulan las filtraciones de material durante en uso y servicio de la máquina compactadora, suponiendo todo ello una perdida notable de tiempo y esfuerzo por parte de la empresa encargada de reciclar.

1.2 Estado del arte

Wicanders, Suecia 1950, al paso del tiempo como a finales de 1950 la primera máquina automática de retorno de botellas fue inventada y fabricado por Wicanders en Suecia. Desde ahí en adelante muchos son los fabricantes de este gran invento siendo Garby una empresa española, el primero en fabricar en España para el año 2013. No son más que máquinas que distribuyen artículos de diferente índole de forma automática.

David Pulgarín, Sede Medellín 2014, diseño y fabricación de la máquina compactadora, la cual reduce el volumen de los residuos que se envían al relleno sanitario, con un mando ubicado a un lado de la máquina acciona el mecanismo con una pulsación, cuenta con un sistema de inicio eléctrico. Un mecanismo con un proceso más eficiente de almacenamiento y disposición de la basura que se recoge a diario en la Sede Medellín.

Rubén Alejos, Universidad de las Américas-Puebla, 72820 Puebla 2011, diseño de un sistema dinámico que se mueve de forma continua gracias a su vibración. Se muestra que en presencia de excitación interna y fricción es posible un movimiento con una velocidad constante y este movimiento es estable. La velocidad media se define como una función de la frecuencia y amplitud de excitación (IEEE Oscillatory locomotion).

Eduardo, Provincia de Monora Santiago 2010, diseño de un sistema de residuos inorgánicos (plástico, vidrio, etc.) para el gobierno municipal del Cantón Palora, provincia de Monora Santiago. En suma, se selecciona una máquina granuladora o picadora I. S. V. E. modelo GR240ml con capacidad de 80 a 120 kg/h y se concluye que este proyecto es viable para lo que se requiere.

Medina, Campus Universitario de la PUCP 2007, diseño de una máquina compactadora de botellas de plástico dentro del campus de la escuela Pontificia Universidad Católica del Perú se construyó un prototipo de máquina que reduce el volumen de las botellas a un valor de 10mm, mediante dos rodillos que giran en sentido contrario gracias a un motorreductor de engranajes cilíndricos de 1.1 kW.

Lo que aquí se propone como proyecto es un equipo para la compactación del material terminado de la empresa Mercapet, conectando los motores eléctricos a un circuito de mando que nos permita controlar los tiempos de compactación de cada super saco desde una base de control, evitando así los desgastes físicos de las personas y las roturas de los sacos. Esto nos permitirá emplear a estas personas en otras áreas de trabajo.

1.3 Justificación

Reciclar PET se ha vuelto fundamental para reducir la contaminación en nuestro planeta; gracias a las empresas que se dedican a reciclar tenemos una mejor calidad de vida, pero se necesita tener la maquinaria adecuada para llevar a cabo el proceso de reciclaje, este proyecto es importante ya que ayudará a la empresa a evitar el desgaste físico de las personas y acabar con tiempos muertos con un equipo que esté compactando el material, lo que también implicará un ahorro económico para la empresa.

1.4 Objetivo

Diseñar un control que permita compactar al PET, mediante el uso de un motor que facilite su aumento de producción y reducción de tiempos muertos en el llenado de los super sacos.

1.5 Metodología

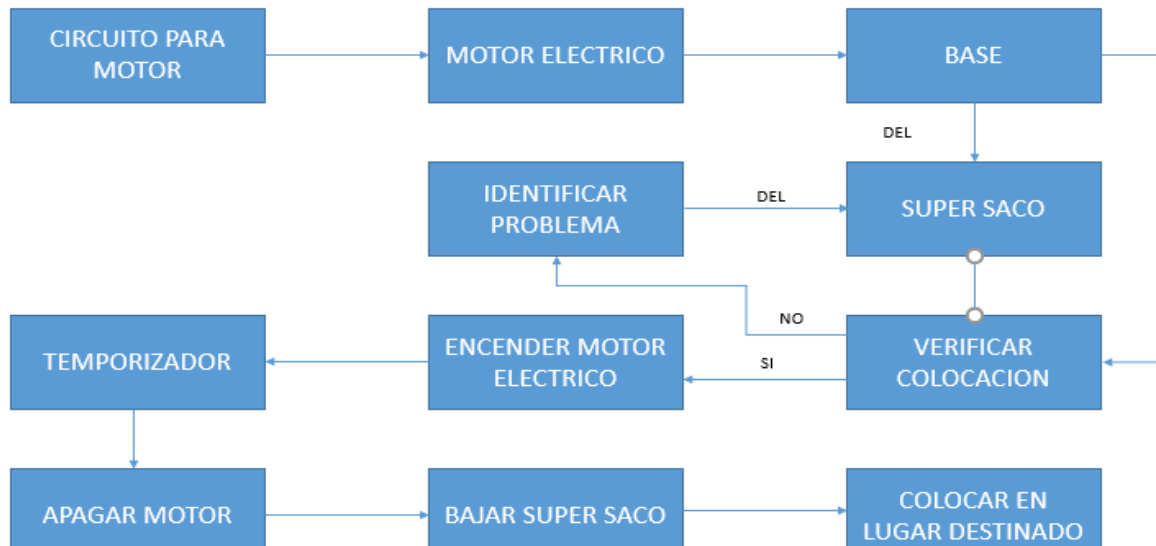


Figura 1.1 Diagrama de bloques de hardware.

Lo primero que necesitamos es diseñar el circuito (figura 1.1) que nos permitirá controlar el proceso de vibración, cuando el super saco se encuentre suspendido se encenderá el motor que lo hará vibrar por un tiempo determinado hasta que tenga el peso requerido, luego será bajado y se llevará al lugar de almacenamiento.

2. Fundamento Teórico

2.1 Reciclaje

Desde el descubrimiento del plástico, este material es cada vez más utilizado para diversas aplicaciones, incluyendo embalajes simples para alimentos hasta materiales de construcción civil, así como en materiales compósitos de alto desempeño. Varios tipos de materiales poliméricos se encuentran presentes en nuestro día a día, tales como el PP, PEAD, PEBD, PS, PVC, PET, entre otros.

El reciclaje consiste en obtener una nueva materia prima o producto, mediante un proceso físico-químico o mecánico, a partir de productos y materiales ya en desuso o utilizados. De esta forma, conseguimos alargar el ciclo de vida de un producto, ahorrando materiales y beneficiando al medio ambiente al generar menos residuos. El reciclaje surge no solo para eliminar residuos, sino para hacer frente al agotamiento de recursos en el planeta.



Figura 2.1.1 3R.

El reciclaje, al margen de su complejo proceso de transformación, es uno de los puntos básicos de estriega de tratamiento de residuos 3R (figura 2.1.1). Reducir, acciones para reducir la producción de objetos susceptibles de convertirse en residuos, Reutilizar, acciones que permiten volver a usar un producto para darle segunda vida y Reciclar, un conjunto de operaciones de recogida y tratamiento de residuos que permiten reintroducirlos.



Figura 2.1.2 Colores de reciclaje.

Aprende a diferenciar los diferentes contenedores de reciclaje por colores (figura 2.1.2), un código universal muy sencillo que ayudará a que recicles mejor materiales como el plástico, papel, materia orgánica o desechos peligrosos. Un aspecto a tener en cuenta a la hora de reciclar es fijarse en los diferentes símbolos del reciclaje que encontramos en todo tipo de envases y productos.

Los plásticos son una grave amenaza para el medio ambiente por dos motivos principales: su utilización excesiva en todo tipo de productos y su lenta degradación. Se estima que tarda aproximadamente 180 años en descomponerse, aunque este periodo puede variar en función del tipo de plástico. Los plásticos más comunes que se reciclan son el PVC y el PET, siendo el primero mucho más contaminante para el medio ambiente.

El proceso de reciclaje del plástico pasa por varias fases. En primer lugar, se recolecta en industrias o en los contenedores de color amarillo, se limpian con productos químicos, se seleccionan por tipo de plástico, y posteriormente se funden para obtener nueva materia prima, que puede moldearse de nuevo. Cabe mencionar que no todos los tipos de plástico son recuperables como es el caso de la baquelita y el poliestireno.

Con el reciclaje de plástico conseguimos reducir sensiblemente la cantidad de residuos provocados por botellas, bolsas de plástico o envases de los vertederos. Existe en la actualidad una gran concientización sobre las bolsas de plástico tradicionales, que se están sustituyendo de las grandes superficies por otras reciclables o bien por alternativas duraderas como las bolsas de rafia.

Estas bolsas biodegradables están creadas con polímeros biodegradables, entre los que encontramos polímeros extraídos de la biomasa, los polímeros producidos por síntesis química con monómeros biológicos de fuentes renovables, y los polímeros de microorganismos, que se pueden desechar como materia orgánica, y se descomponen con gran facilidad.



Figura 2.1.3 *Proceso de reciclaje de PET.*

El PET, siglas de Tereftalato de polietileno, es un tipo de plástico utilizado mayormente en los envases, en especial botellas de agua, y en textiles. El reciclaje de PET (figura 2.1.3) tiene una gran importancia dentro de los plásticos, por su presencia masiva. Por suerte el PET es el plástico más reciclado en Europa y Estados Unidos, así como es menos perjudicial para el medio ambiente que otros tipos de plástico como el PVC.

No por ello se libra de perjudicar el medio ambiente, ya que en su elaboración se utilizan metales pesados y sustancias irritantes que se expulsan al medio ambiente. Por lo tanto, es necesario el reciclaje del plástico sea de PET o cualquier otro tipo. Algunas organizaciones como Greenpeace siguen en una lucha para que el reciclaje de PET esté subvencionado. Otras organizaciones buscan limitar el uso de este material plástico.

La basura ha sido siempre todo aquello que no nos sirve para nada. Sin embargo, ese concepto ha cambiado mucho en los últimos años y hoy en día somos conscientes de que esa basura si puede tener una utilidad, se puede reciclar. También nos damos cuenta, día a día, que es importante depositar pilas y otros objetos contaminantes en lugares destinados para ello con el fin de evitar que nuestro medio ambiente se deteriore cada vez más.

Sin embargo, todavía queda mucho por aprender. La mayoría de los ciudadanos aún pregunta dónde tirar algunos desechos y se plantean cual es el objetivo de tener tantas bolsas de basura en casa. Lo primero que se debe comprender es que para poder reciclar es

necesario separar, cuanto más, mejor, con el fin de que nada sea desaprovechado y se pueda reutilizar cada material para algo concreto.

El reciclaje es un gesto simple y muy útil con el que contribuimos a la mejora en el medio ambiente. La necesidad de nuevas materias primas para la fabricación de nuevos productos, así como todo el proceso de extracción, transporte, elaboración y gasto energético disminuye al usar los residuos que generamos. También se evita que estos residuos acaben en vertederos, cada vez más saturados y con un impacto ambiental muy grande.

De esta forma, tenemos un beneficio medio ambiental al reducir el consumo de materias primas. Y segundo, un ahorro económico. El aumento de la tasa de reciclaje global en EE. UU. del 33% al 75% en 2030 reduciría la contaminación drásticamente y crearía un extra de 1.5 millones de empleos verdes que beneficiaría mucho al país.

Contenedor de plástico: a él van los envases ligeros de plástico, metal y tetra Brik (garrafas de agua, botellas de producto de limpieza, bolsas de plástico, etc.). Los plásticos tienen muchas utilidades y son fáciles de reciclar. Además, como provienen del petróleo, con su reciclaje evitamos seguir extrayendo esta materia prima: si reciclamos dos toneladas de plástico, ahorraremos aproximadamente una de petróleo bruto.



Figura 2.1.4 Puntos limpios.

Los puntos limpios (figura 2.1.4): son espacios que disponen de varios contenedores, donde se deben trasladar los residuos domésticos que por sus características no pueden mezclarse con el resto. Los diferentes contenedores que pueden tener estos puntos limpios están destinados a aceite usado de vehículos, aceite usado de cocina, baterías de coche y baterías de moto y por último fluorescentes ya que contienen mercurio tóxico.

Es mejor tirar algo sobre lo que se duda al contenedor de orgánicos. Aquellos productos que lleven el símbolo de un contenedor tachado deben ir al punto limpio, a contenedor de aparatos eléctricos y electrónicos. Si un objeto lleva madera, es mejor tirarlo al contenedor de orgánico, ya que, aunque la madera es reutilizable a veces no merece la pena si es un trozo pequeño y hay que separarlo de otros materiales.

Además de reciclar y más importante aún podemos reusar. Reusando los objetos o materiales de desecho, podemos alargar su vida útil y al final de ella, siempre podremos reciclarlos. Muchos de nosotros no somos conscientes de lo contaminante que pueden

llegar a ser nuestros residuos o basura, algunos de estos materiales que desechamos tardan miles de años en poder degradarse.

Si la generación encargada de residuos representa la absurda destrucción de los recursos naturales, la naturaleza peligrosa de una parte de los residuos amenaza la propia continuidad de la vida en la Tierra. Cada año solo en Europa se declaran voluntariamente 42 millones de toneladas de residuos peligrosos, dos tercios de los cuales corresponde a la federación rusa. En España se estima una generación de entre 3 y 4 millones de toneladas anuales.



Figura 2.1.5 Ciclo de descomposición.

El proceso de descomposición (figura 2.1.5) de los residuos constituye la clave del reciclaje natural, y su complicado mecanismo aún no conocido en su totalidad libera a la Biosfera de la enorme cantidad de residuos orgánicos que se generan: restos de plantas y animales que mueren constantemente. La compleja labor descomponedora la llevan a cabo los miles de millones de seres vivos que, desde las diminutas bacterias consiguen recuperar y disolver el suelo.

La importancia de estos descomponedores en la naturaleza suele ser proporcional a la ignorancia que de ellos se tiene en las sociedades industriales. Algo parecido a lo que sucede con los eficaces, abundantes y desconocidos custodios que aún quedan en numerosas ciudades de todo el mundo. Asombra pensar que el peso de las bacterias existentes en los ecosistemas terrestres es superior al de todos los animales.

La desigual responsabilidad del despilfarro de recursos y de la contaminación del planeta, prácticamente concentrada en unos pocos países ricos, ha llevado a los últimos años a reflexionar a muchas personas y ha originado la búsqueda de nuevos modos de actuación para corregir esta situación. La recuperación de residuos para reciclar ha obtenido éxitos industriales considerables durante más de un siglo.

Gracias a una compleja y extensa cadena que se inicia en los custodios de todo el mundo, y continua a través de pequeños y grandes almacenistas hasta llegar a las fábricas: fundidoras de metales, fábricas de papel, de grana de plástico, de tableros de madera aglomerada y materiales textiles de limpieza, etc., se reciclan anualmente millones de toneladas de residuos. Casi la mitad de acero y plomo que consumimos se obtiene de chatarra reciclada.

La solución a estos problemas pasa por evitar la generación de residuos, es lo que llamamos prevención. Nuestra reciente legislación sobre residuos afirma que su primer objetivo es prevenir la generación de residuo urbano sólido, aunque todavía no contempla medidas para conseguirlo. La producción industrial sin residuos se llama producción limpia, pero apenas existe y presenta grandes problemas en numerosas industrias.



Figura 2.1.6 PET.

El PET (figura 2.1.6) está entre los polímeros más encontrados en el residuo sólidos urbano. También los polímeros como PP y PVC presentan mayor producción en el Brasil, siendo utilizados como materia prima de productos acabados con vida útil grande, normalmente son utilizados como materiales de construcción civil. Al contrario del PET, que es utilizado principalmente en embalajes tales como botellas de bebidas que presentan un corto tiempo de vida útil.

Para agilizar la separación de los residuos poliméricos, existen diversas técnicas que pueden ser utilizadas para la separación y reciclaje de estos materiales, tales como fluorescencia de rayos X, lecho fluidizado, separación por infrarrojo, flotación, entre otros. Pero el gran problema es que algunos de estos métodos poseen un costo elevado imposibilitando sus usos en empresas pequeñas.

La contaminación del PET por PVC causa problemas en el futuro reprocesamiento de éste, pues la temperatura de procesamiento de PVC es inferior a la de PET, lo que causa varios problemas en el producto final (PET reciclado). De entre los problemas están la presencia de manchas oscuras en el PET reciclado, así como la liberación de ácido clorhídrico al ambiente de trabajo y el desgaste de los equipos.

La dificultad de separación de residuos de PET y PVC es uno de los grandes problemas de la industria de reciclaje de PET, por lo tanto, el objetivo de las empresas es desarrollar las condiciones más eficientes de separación de PVC por el método de flotación después de un tratamiento termoquímico previo, para tornar la superficie del PET más hidrófila lo que llevará a su hundimiento mientras que el PVC más hidrofóbico flotará.

Todas las actividades de los seres humanos generan residuos, es decir, elementos que resultan de esas actividades, pero no forman parte de los objetivos de las mismas. Según los estados en que los encontremos, estos residuos pueden ser sólidos, semi-sólidos, líquidos o gaseosos. Los residuos sólidos son aquellos que habitualmente denominamos basura. Pueden ser urbanos, domésticos, de jardín, industriales o comerciales.

2.2 Tipos de compactadoras

a) Compactadoras de botellas de plástico.

Desde la invención de las máquinas o revolución industrial en el siglo XIX se busca sustituir la mano de obra para acrecentar la productividad en la manufactura de los productos. Con esto se busca dar soluciones cotidianas del ser humano. Es por ello por lo que las máquinas son diseñadas según las necesidades que tenga cada cliente.

Un compactador es una máquina que permite reducir el tamaño de los desechos a través de la aplicación de fuerza sobre ellos. Usualmente estos compactadores trabajan con sistemas hidráulicos. La principal ventaja que se tiene de esto es que reducen el tamaño y existe una reducción de costo en el almacenamiento y transporte. La compactadora vertical se caracteriza por ser un prototipo que usa elementos de máquinas y materiales fuera de uso.

Las máquinas compactadoras de botellas de PET son un conjunto de mecanismos perfectamente ensamblados que, mediante diferentes fuentes de energía como la mecánica, eléctrica, hidráulica, cinética potencial, se consigue reducir el volumen de los productos plásticos hasta espesores mínimos. Los mecanismos de compactado son diversos como por ejemplo de rodillos, superficies planas y con prensas hidráulicas.

El funcionamiento de las compactadoras, por lo general, es mediante la energía eléctrica, para ello se requiere de una fuente de control y otra de potencia. Hoy en día, son muy utilizadas las compactadoras de botellas de PET por las empresas que se dedican a reciclar este producto y que buscan dar soluciones que sean eficientes para su tratamiento y su manufactura.

Gracias a la automatización electrónica ahora estas máquinas compactadoras son mucho más amigables y eficientes, con esto se pretende reducir la mano de obra, pero se ha comprobado que por más que sea automática siempre se va a necesitar de la presencia humana. Sus costos también son considerables en vista de su gran tamaño y capacidad de compactado, por ello solo las empresas más grandes poseen una máquina de estas.



Figura 2.2.1 Compactadora por prensas.

b) Compactadoras por prensas (figura 2.2.1).

En este tipo de compactado un gran volumen de botellas de PET se centran en la máquina para luego una prensa reducir o comprimir hasta un volumen pequeño. Son diseños de ingeniería hidráulica, utilizan una prensa hidráulica vertical y una fuente de aceite que permite multiplicar la fuerza y gracias a ello se puede compactar grandes volúmenes de material reciclado.

c) Compactadora por rodillo.

En este tipo de compactado se emplean uno o dos rodillos que mediante unas garras o púas arrastran a las botellas y en el estrechamiento las compactan para luego caer por gravedad al lugar de almacenamiento. Los compactadores de dos rodillos suelen tener los diámetros pequeños, y debido a que las muelas son grandes el compactado se va reduciendo.

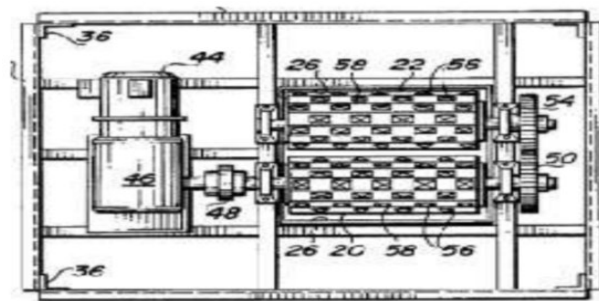


Figura 2.2.2 Compactadora de rodillos con muelas.

d) Compactadora de rodillos con muelas (figura 2.2.2).

Podemos darnos cuenta de que se emplea un motorreductor para dar potencia al sistema, los rodillos tienen unas púas del tipo piramidal y la inversión de giro se realiza mediante engranajes con relación 1 a 1. Lo que nos garantiza que nuestra máquina pueda compactar el material que se requiera, para después distribuirlo en grandes pacas.

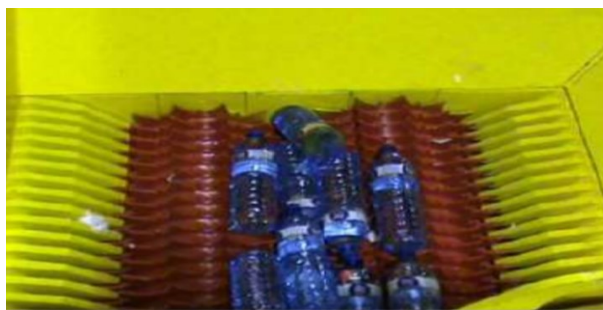


Figura 2.2.3 Compactadora con púas.

e) Compactador con púas (figura 2.2.3).

Este sistema de compactado es de manera industrial para volúmenes grandes, consiste en dos rodillos que rotan gracias a dos motorreductores dispuestos en sentidos contrarios para cada uno. Tienen unas púas de hasta dos centímetros para el agarre y arrastre de las botellas recicladas. Esto permite compactar el material a los tamaños que requiera la empresa.



Figura 2.2.3 Compactadora de un solo rodillo.

f) El compactador de un solo rodillo (figura 2.2.3).
 Un solo rodillo compacta las botellas gracias a sus dientes con púas y a una superficie estática que sirve de apoyo. Es beneficioso porque se optimiza el espacio, muy usado en lugares donde no se dispone de ello. Trabaja con un motorreductor de velocidades, el cual incrementa la carga en la máquina y la potencia debido a la fricción con la superficie estática.

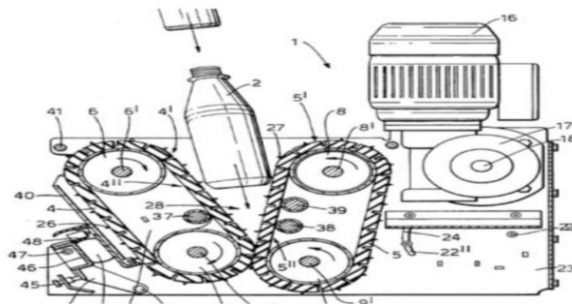


Figura 2.2.4 Compactadora por superficies inclinadas.

g) Compactado por superficies inclinadas.
 Esto consiste en una máquina donde prácticamente el mecanismo de compactado está basado en dos fajas como bandas transportadoras verticales e inclinadas, las superficies tienen unas púas para el agarre y arrastre hasta la parte inferior donde se compacta gracias a su reducción de espesor y esto facilita la transportación del material compactado.

Reserve Vending Machine, el sistema de Vending es un método revolucionario que consiste en la interacción de una persona con una máquina inteligente automática que mediante un intercambio de productos ambas partes se benefician. En el mundo actual, se emplean estas máquinas que de forma automática venden productos como bebidas, tabaco, preservativos, helados, llamadas telefónicas, etc.

La empresa Coca Cola ha trabajado con esta tecnología desde décadas atrás, la cual ha significado un negocio creciente para la compañía. Esta idea ha revolucionado a los visionarios que han visto en este sistema una manera de hacer conciencia social, y además,

un negocio en crecimiento. Antes solo se usaba para vender producto mediante el ingreso de una moneda. De hecho, de esta idea surge el Reserve Vending Machine para reciclar.

Existen máquinas que a cambio de un producto reciclado te entrega un tiquete, o papel para canjear por productos en supermercados, otra oferta de estas máquinas es por ejemplo en Japón se usa este sistema para pagar el transporte masivo en trenes. O sea, con una botella se viaja; existen varios sistemas de concientización humana para reciclar productos usados que de una manera responsable se pueden cuidar y ayudar al medio ambiente.

La máquina inteligente detecta y constata el material a fin, posteriormente mediante un sistema mecánico bien las compacta o tritura según la función de la máquina, posterior a esto se le compense al reciclador con un incentivo ya sea en dinero o mediante cupones de reciclaje. Al final las botellas caen a un centro de almacenamiento la cual guarda hasta su posterior retiro.

La base de estas máquinas son diseños de ingeniería mecánica complementada con ingeniería eléctrica y electrónica, la cual entra a una programación para cargar el programa a la RVM, para su posterior uso en los diferentes centros de interés, como podemos verificar el sistema de las máquinas RVM son complementos del reciclaje para cuidar nuestro medio ambiente de la contaminación.

2.3 Tipos de plásticos

Los plásticos son materiales orgánicos formados por polímeros constituidos por largas cadenas de átomos que contienen fundamentalmente carbono. Otros elementos que contienen los plásticos pueden ser oxígeno, nitrógeno, hidrogeno y azufre. Los plásticos dependiendo de su procedencia pueden ser:

- **Naturales:** Si se obtienen de materias primas vegetales.
- **Sintéticos:** Los que se elaboran de compuestos derivados del petróleo.

Con el fin de favorecer el conocimiento Estados Unidos difundió un código de identificación.

En la actualidad, la mayoría de los plásticos que se comercializan provienen de la destilación del petróleo. La industria de plásticos utiliza el 6% del petróleo que pasa por refinarias para convertirlo en plástico. La mayoría de los materiales plásticos son transparentes, incoloros, frágiles, tenaces, rígidos, duros, no se pudren, no se oxidan y son de peso ligero y encima son baratos. Pero si se les añade ciertas sustancias sus propiedades cambian, son los más difundidos y con ellos se fabrican casi todos los productos que el público conoce.

Los plásticos son materiales que permiten infinidad de usos y aplicaciones, al igual que otros materiales, plástico es el nombre genérico, ya que existen diferentes tipos de materiales plásticos y cada día se descubren nuevas aplicaciones. Es difícil encontrar una industria que no utilice algún tipo de plástico en sus productos, en construcción, agricultura

medicina, informática, automotriz, automatización, alimentación y tantas como se nos ocurran. El sistema solo identifica a seis materiales plásticos.



Figura 2.3.1 Clases de plástico.

Dentro de los materiales plásticos hay dos clases: termoestables y termoplásticos (figura 2.3.1). Los termoestables, después de haber sido moldeados, se enfrían y se endurecen manteniendo su forma final y sin poder reutilizarse, si se les intenta fundir simplemente se quemarán. En el caso de los termoplásticos, una vez se han moldeado y se les ha dado una forma pueden volver a fundirse manteniendo sus características plásticas y deformables.

Proviene del griego *plastiko*, plástico significa capaz de deformarse y se puede moldear fácilmente. Con este término se hace alusión a aquellos elementos que contienen un elevado peso molecular, son de origen vegetal y en su estado definitivo son sólidos. Los tipos de plásticos se van clasificando de acuerdo con sus propiedades de cada uno, podemos encontrar los siguientes tipos:

Polietileno Tereftalato (PET): el PET proviene del etileno, se caracteriza por ser resistente a aceites, bases, grasas, ácidos y suelen ser usados para cubrir otros elementos como papel o aluminio. Además, se caracterizan por ser duros y rígidos, no deformarse fácilmente ante el calor, resisten pliegues, no absorben la humedad y tienen características dieléctricas y eléctricas favorables. El PET es utilizado en la producción de botellas para aceite y gaseosas, en la fabricación de cintas de audio y video, radiografías, etc.

Se produce a partir del ácido tereftálico y etilenglicol, por policondensación; existiendo de dos tipos: grado textil y grado botella. Para el grado botella se le debe post condensar, existiendo diversos colores para estos usos. Las ventajas y beneficios que nos brinda este tipo de plástico es una barrera a los gases, que es transparente e irrompible, liviano y que no es un producto tóxico.

Polietileno Alta Densidad (PEAD): el PEAD también se obtiene del etileno, utilizado a temperaturas inferiores a los 70° centígrados y a bajas presiones, a comparación con el polietileno tereftalato, es más duro y rígido. Además, tiene la ventaja de no ser tóxico. Se utiliza en la producción de bolsas, cascos, tuberías, juguetes, entre algunas otras cosas que se pueden hacer con este tipo de plástico.

Cloruro de Polivinilo (PVC): el PVC es producido a partir de sal y gas, a los que hay que agregarles aditivos para poder ser utilizados. Según lo añadido puede adquirir diversas

propiedades, flexibilidad o rigidez, opacidad o transparencia. Este plástico es sumamente utilizado y económico. Es utilizado en la producción de juguetes, envases, envoltorios, películas, electrodomésticos, etc.

El PVC se produce a partir de dos materias primas naturales, gas 43% y sal común 57%. Para su procesado es necesario fabricar compuestos con aditivos especiales, que permiten obtener productos de variadas propiedades para un gran número de aplicaciones. Se obtienen productos rígidos o totalmente flexibles. La ventaja de este plástico es que es resistente a la intemperie, no tóxico y es impermeable e irrompible.

Poliétileno Baja Densidad (PEBD): este plástico también es producido a partir del etileno, pero a elevada temperatura y presión. Se caracteriza por su transparencia, elasticidad y falta de rigidez. Es utilizado como aislante en cables eléctricos y para hacer bolsas flexibles y embalajes. Los materiales plásticos tienen características de ser moldeables y mantener la forma que se les da al momento del moldeo.

El PEBD se produce a partir de gas natural y se procesa de diferentes formas, es de gran versatilidad y solo o en conjunto con otros materiales se utiliza en gran variedad de envases y en múltiples aplicaciones. Las ventajas y beneficios de este tipo de plástico es que no es tóxico, es flexible, liviano, impermeable, económico y transparente. Lo podemos encontrar en bolsas de todo tipo, en bolsas para sueros, medicamentos, etc.

Polipropileno (PP): el PP se obtiene del propileno. Se caracterizan flexibilidad, resistencia mecánica, por no contaminar y poder ser utilizado para el agua potable. Además, son fáciles de arreglar y conservar. Su cristalización es reducida. Se utiliza para producir cuerdas, pañales desechables, envases, baldes y, como resisten elevadas temperaturas, se les usa para producir tuberías en las que fluyen líquidos calientes.

El polipropileno es un termoplástico que se obtiene por polimerización del propileno. Los copolímeros se forman agregando etileno durante el proceso. El polipropileno es un plástico rígido, de alta cristalinidad y elevado punto de fusión, excelente resistencia química y además baja densidad. Es resistente a la temperatura, barrera de aromas, no tóxico.

Poliestireno (PS): se produce a partir del benceno y etileno. Se caracteriza por ser fáciles de taladrar, cortar, manipular y agujerar. Además, son de bajo costo e higiénicos, por lo que son utilizados para envases, cubiertos desechables, heladeras portátiles y para la producción de aislante tanto acústico como térmico. Es una resina sintética que se emplea principalmente en la fabricación de lentes plásticas.

Existen otro tipo de materiales plásticos, en este rubro se incluyen una enorme variedad de plásticos tales como: policarbonato (PC), poliamida (PA), poliuretano (PU), acrílico (PMMA), y varios más. Ya que se puede desarrollar un tipo de plástico para cada aplicación específica. Las ventajas de éste es que es resistente a la corrosión, flexibilidad, livianos, no tóxicos.

Termoestables: son los plásticos que al calentarse se vuelven rígidos, por lo que solo pueden calentarse una vez para darles forma. Si se vuelven a calentar ya no sirven. Esto hace que sean difícilmente reciclables. Ejemplo de este tipo son: poliuretano, para espumas de colchones, asientos, cascots, barnices, mecheros, etc. y melamina para encimeras de las cocinas.

Elastómeros: son los plásticos de gran elasticidad que recuperan su forma y dimensiones cuando deja de actuar sobre ellos una fuerza. Se obtienen por vulcanización, inventado por Charles Goodyear mezclado azufre y caucho a 160°. Ejemplos de estos son: los cauchos naturales para neumáticos mangueras, gomas elásticas, etc. y neopreno caucho sintético, para trajes de inmersión.

Las técnicas de conformación de los plásticos son las técnicas para darle forma al plástico. Industrialmente los plásticos se presentan en forma de gránulos, en polvo o en resinas. Estos materiales se someten posteriormente a los procesos de conformación, es decir, los procesos para darles forma deseada. Para darles la forma deseada se utilizan diferentes técnicas en función del tipo de plástico termoestable, termoplástico o elastómeros.

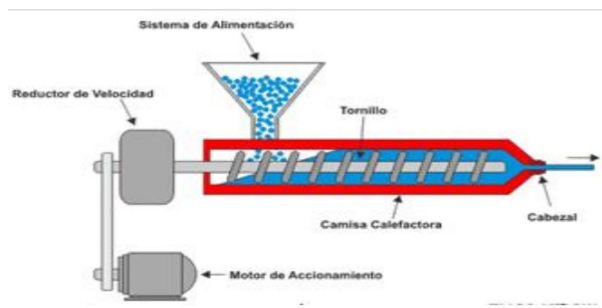


Figura 2.3.2 Técnica de extrusión.

La técnica de extrusión se utiliza para termoplásticos (figura 2.3.2). Consiste en introducir en forma de gránulos o polvos el plástico dentro de un embudo o tolva se va dejando caer dentro de un cilindro previamente calentado. El cilindro consta de un tornillo de grandes dimensiones que desplaza el material fundido hasta llegar a una boquilla de molde. Una vez sale el plástico se enfría lentamente con agua y al final se cortan las piezas a la medida deseada.

El calandrado, se utiliza para producir láminas o planchas de plástico finas de termoplásticos. En el calandrado de películas y láminas el compuesto plástico, en estado viscoso, se pasa a través de tres o cuatro rodillos giratorios y con caldeo, los cuales estrechan el material en forma de láminas o películas, al espesor final del producto se determina por medio del espacio entre rodillos. Uno de sus usos es para las encimeras de las cocinas.

Conformado al vacío, esta técnica se utiliza con láminas de termoplásticos de gran superficie, procedentes del calandrado. Para fabricar mediante conformado en vacío se parte una lámina termoplástica delgada, que se coloca sujeta sobre el molde de la forma a

reproducir, posteriormente se calienta con un radiador para ablandar el material y se extrae el aire de la parte inferior, de esta forma el plástico se adhiere al molde tomando su forma.

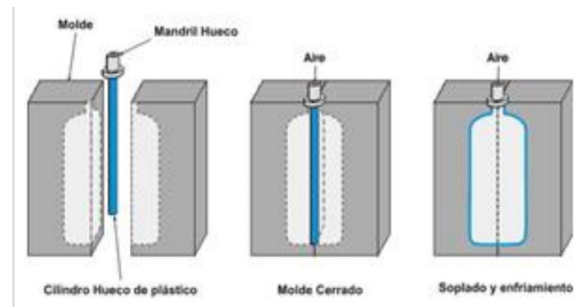


Figura 2.3.3 Moldeo por soplado.

Las técnicas de moldeo son aquellas con las que se da forma al plástico mediante un molde, hay varias técnicas:

Moldeo por soplado (figura 2.3.3): Se introduce una preforma en forma de tubo a través de un dosificador y, a continuación, se inyecta aire comprimido adaptándose el plástico a las paredes del molde.

Productos finales de gran volumen, por ejemplo, botellas y recipientes. Es un proceso de fabricación de piezas, no se basa en el volumen del lote o del peso.

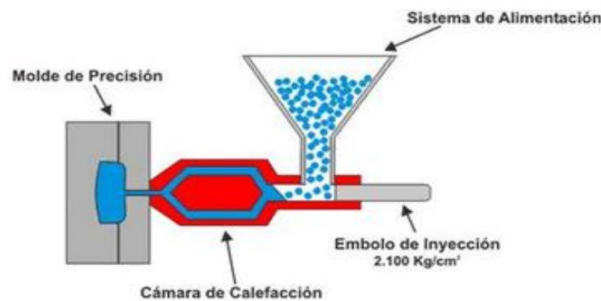


Figura 2.3.4 Moldeo por inyección.

Moldeo por inyección (figura 2.3.4): La técnica es parecida a la de extrusión, pero al salir el plástico por la tobera o inyector rellena el molde. Se deja enfriar y se extrae posteriormente. Es ampliamente utilizada en la producción de piezas de plástico, desde equipos médicos hasta juguetes. En la industria aeroespacial y particularmente en la industria automotriz, muchas piezas son fabricadas a través del moldeo por inyección de plástico.

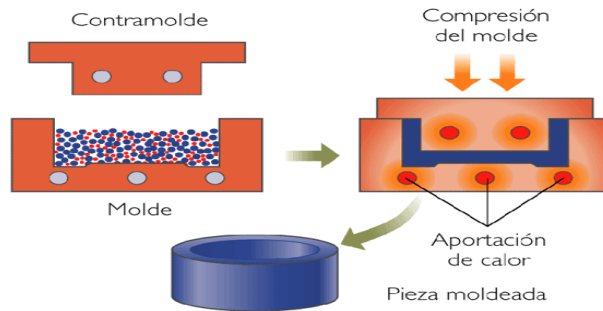


Figura 2.3.5 Moldeo por compresión.

Moldeo por compresión (figura 2.3.5): Consiste en introducir el material, en forma de polvo o gránulos, en un molde, se comprime mediante un contramolde, a la vez se aporta calor, que reblandece el plástico. Este moldeo es uno de los procesos de transformación de plásticos más antiguos que existe. Tiene un alto desarrollo en la fabricación de piezas de materiales compuestos para aplicaciones de reemplazo de metales, se utiliza normalmente para hacer piezas planas. Es colocado en un molde abierto, se le aplica calor y presión para ablandar y llenar la cavidad.

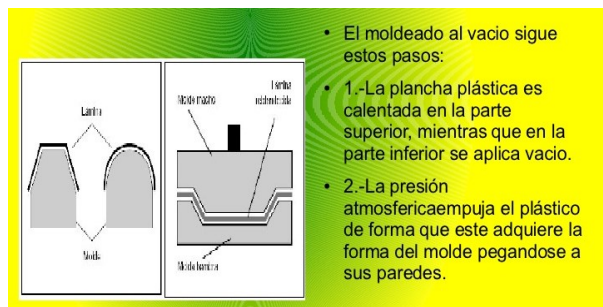


Figura 2.3.6 Moldeo por vacío.

Moldeo por vacío (figura 2.3.6): Este método consiste en poner la superficie que hay entre el molde y el polímero es ablandado al vacío. El uso de compuesto plástico termoestable caracteriza a este proceso de moldeo de muchos otros procesos. Estos plásticos termoestables pueden ser en forma de pellets o de preformas. A diferencia de algunos de los otros procesos nos encontramos con que los materiales suelen ser precalentados y se cuantifica antes el modelo. Esto ayuda a reducir exceso de rebabas.

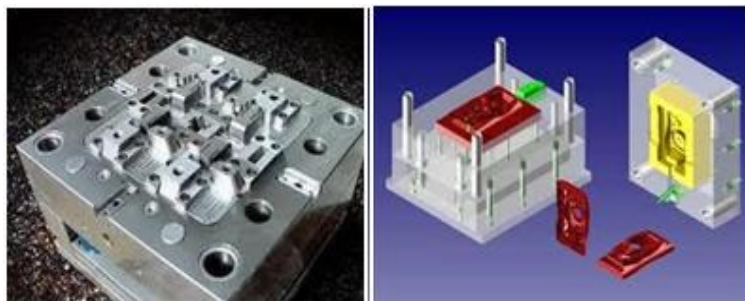


Figura 2.3.7 Ejemplo de moldes usados.

Los moldes que se usan en estos métodos son muchas veces fabricados de forma especial por el fabricante (figura 2.3.7). Cuando una propuesta es llevada a un fabricante de moldes, éste realiza un modelo del molde en un programa CAD, su fabricación depende de la complejidad de la pieza y ésta puede llevar de 6 a 14 semanas. Para los moldes usados en el método de inyección se usa barras de “chromium-steel”, estas barras son unidas y una máquina las deja a la medida necesaria para formar el molde.

2.4 Automatización

La automatización es una disciplina que abarca varias especialidades y que, por lo tanto, recurre a conocimientos y métodos de diversas ciencias de ingeniería. La norma DIN 19223 define un autómatas como un sistema artificial que se comporta de determinadas maneras relacionando comandos de entrada con estados del sistema, con el fin de obtener las salidas necesarias para solucionar tareas.

Para configurar procesos automáticos modernos se necesitan tres componentes:

- Sensores para captar los estados del sistema.
- Actuadores para emitir los comandos de control.
- Unidades de control para la ejecución del programa y para tomar decisiones.

Hoy en día, cuando se usa el concepto “automatización”, se piensa en robots industriales y en sistemas de control mediante ordenadores. Pero, en principio, la automatización empezó mucho antes en los talleres artesanales y en las plantas industriales. Concretamente, desde que se empezó a utilizar la máquina de vapor de James Watt en el año 1769. Fue la primera vez que la fuerza humana o animal fue sustituida por una máquina.

En 1820, el físico danés Oersted descubrió el electromagnetismo, Thomas Davenport desarrolló en 1834 el primer motor de corriente continua con conmutador de polos y un año después patentó su invento. Sin embargo, transcurrieron muchos años hasta que en 1866 se empezó a utilizar el motor eléctrico a gran escala. La utilización se generalizó cuando Werner Von Siemens inventó el dinamo, que ofreció la posibilidad de generar corriente eléctrica de modo sencillo en grandes cantidades.

La automatización es un sistema donde se transfieren tareas de producción, realizadas habitualmente por operadores humanos a un conjunto de elementos tecnológicos. Un sistema automatizado consta de dos partes principales: una parte operativa y una parte de mando. La automatización es un procedimiento automático en la realización de un proceso o en una industria.

Los objetivos principales que se logran con la automatización son:

- Mejorar la productividad de la empresa, reduciendo costos de producción y mejorando la calidad de la misma.

- Mejorar condiciones del personal, suprimiendo los trabajos pesados e incrementando la seguridad
- Realizar las operaciones imposibles de controlar intelectual o manualmente.
- Mejorar la disponibilidad de los productos, pudiendo proveer las cantidades necesarias.

La parte operativa es la parte que actúa directamente sobre la máquina. Son los elementos que hacen que la máquina se mueva y realice la operación deseada. Los elementos que forman la parte operativa son los accionadores de las máquinas como motores, cilindros, transductores, compresores y los captadores como fotodiodos, finales de carrera, entre muchos otros.

La parte de mando suele ser un autómata programable que es la tecnología de programado, aunque hasta hace poco se utilizaban relés electromagnéticos, tarjetas electrónicas o módulos lógicos neumáticos. En un sistema de fabricación automatizado el autómata programable está en el centro del sistema. Este debe ser capaz de comunicarse con todos los constituyentes del sistema automatizado.

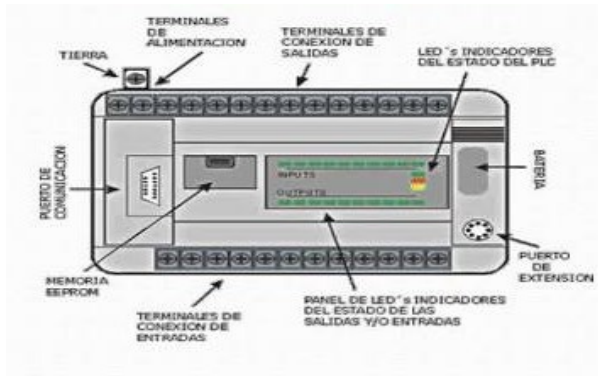


Figura 2.4.1 Partes de un PLC.

Un Autómata Programable Industrial (API) o Programable Logic Controller (PLC, figura 2.4.1), es un equipo electrónico, programable en lenguaje no informático, diseñado para controlar en tiempo real y en ambiente tipo industrial, procesos secuenciales. Un PLC trabaja en base a la información recibida por los captadores y el programa lógico interno. Actuando sobre accionadores de la instalación.

El PLC por sus especiales características de diseño tiene un campo de aplicación muy extenso. La constante evolución del hardware y software amplía constantemente este campo para poder satisfacer las necesidades que se detectan en el espectro de sus posibilidades reales. Su utilización se da fundamentalmente en aquellas instalaciones en donde es necesario un proceso de maniobra, control, señalización, etc.

Su aplicación abarca desde procesos de fabricación industriales de cualquier tipo a transformadores industriales, control de instalación, etc. Sus reducidas dimensiones, la extrema facilidad de su montaje, la posibilidad de almacenar los programas para su

posterior y rápida utilización. La modificación o alteración de los mismos hace que su eficiencia se aprecie fundamentalmente en algunas aplicaciones específicas.

Las ventajas que nos ofrecen los PLC son: menor tiempo empleado en la elaboración de proyectos, mínimo espacio de ocupación, menor costo de obra de la instalación, economía de mantenimiento, posibilidad de gobernar varias máquinas con un mismo autómata, menor tiempo para la puesta en funcionamiento del proceso al quedar reducido el tiempo, cableado y la lista de materiales.

Los inconvenientes, podríamos hablar, en primer lugar, de que hace falta un programador, lo que obliga a adiestrar a uno de los técnicos en tal sentido, pero hoy en día ese inconveniente está solucionado porque hay universidades que se encargan de enseñar este tipo de materias de programación e instalación de los PLC y el costo inicial también puede ser un inconveniente.

El accionador es el elemento final de control que en respuesta a la señal de mando que recibe, actúa sobre la variable o elemento final de proceso. Un accionador transforma la energía de salida del automatismo en otra de más utilidad para el entorno industrial de trabajo. Estos pueden ser clasificados en eléctricos, neumáticos e hidráulicos. Los más utilizados en la industria son cilindros, motores de corriente alterna, motores de corriente continua, etc. son controlados por la parte de mando, pero pueden ser bajo control directo de la misma.

Los preaccionadores disponen de una parte de mando o de control que se encarga de conmutar la conexión eléctrica, hidráulica o neumática entre los cables o conductores del circuito de potencia. Un preaccionador son los transductores que permiten la amplificación y conversión de la señal eléctrica de control proporcionada por el controlador para el gobierno de la instalación.

Tecnologías cableadas, con este tipo de tecnología el automatismo se realiza interconectando los distintos elementos que lo integran. Su funcionamiento es establecido por los elementos que lo componen y por la forma de conectarlos. Esta fue la primera solución que utilizó para crear autómatas industriales, pero presenta varios inconvenientes. Los dispositivos que se utilizan son relevadores electromagnéticos, módulos lógicos neumáticos y tarjetas electrónicas.

Tecnologías programadas, los avances en el campo de los microprocesadores de los últimos años han favorecido la generalización de las tecnologías programadas. Los equipos empleados para este fin son: la computadora, como parte de mando de un automatismo presenta la ventaja de ser altamente flexible a modificarse de proceso, y el autómata programable industrial, es un elemento robusto diseñado especialmente para trabajar en ambientes de talleres, con casi todos los elementos de la computadora.

Funciones básicas de un PLC:

- Detección: lectura de la señal de los captadores distribuidos por el sistema de fabricación.

- Mando: elaborar y enviar las acciones al sistema mediante los accionadores y los preaccionadores.
- Diálogo hombre máquina: mantener un diálogo con los operarios de producción, obteniendo sus consignas e informando del estado del proceso.
- Programación: para introducir, elaborar y cambiar el programa de aplicación del autómatas. El diálogo de programación debe permitir modificar el programa incluso con el autómatas controlando la máquina.

Estructura externa, exteriormente nos encontramos con cajas que contienen una de estas estructuras las cuales poseen indicadores y conectores en función del modelo y fabricante. Para el caso de una estructura modular se dispone de la posibilidad de fijar los distintos módulos en rieles normalizados, para que el conjunto sea compacto y resistente. Los micro autómatas suelen venir sin caja en formato de kit ya que su empleo no es determinado y se suele incluir dentro de un conjunto más grande de control.

Los elementos esenciales que podemos encontrar en todo autómatas programable son:

- Sección de entradas: se trata de líneas de entrada, las cuales pueden ser del tipo digital o analógico. En ambos casos tenemos unos rangos de tensión característicos, a estas líneas deben conectarse los sensores
- Sección de salidas: son una serie de líneas de salida, que pueden ser de tipo digital o analógico. A estas líneas se deben conectar los actuadores.
- Unidad central de proceso (CPU): se encarga de procesar el programa de usuario que introduciremos, para ello se dispone de diversas zonas de memoria, instrucciones de programa y registros.
- Unidad de alimentación.
- Unidad o consola de programación: que nos permitirá introducir, modificar y supervisar el programa del usuario.
- Dispositivos periféricos: como nuevas unidades de E/S, más memoria de unidades de comunicación en red.
- Interfaces: facilitan la comunicación del autómatas mediante enlace serie con otros dispositivos, como una computadora personal.

Dentro de la CPU vamos a disponer de un área de memoria, la cual emplearemos para diversas funciones, que nos permitirán guardar información a la hora de ejecutar los programas.

Memorias:

- **Memoria del programa de usuario:** aquí introduciremos el programa que va a ejecutar cíclicamente.
- **Memoria de la tabla de datos:** se suele subdividir en zonas según el tipo de datos como marcas de memoria, temporizadores, contactores, etc.
- **Memoria del sistema:** aquí se encuentra el programa en código máquina que monitoriza el sistema o programa del sistema. Este programa es ejecutado directamente por el microprocesador o microcontrolador que posea el autómatas.

- **Memoria de almacenamiento:** se trata de memoria externa que empleamos para almacenar el programa usuario, y en ciertos casos parte de la memoria de la tabla de datos. Suele ser de uno de los siguientes tipos: EPROM, EEPROM o FLASH.

La CPU: es el corazón del autómatas programable. Es la encargada de ejecutar los programas de usuario mediante el programa del sistema, es decir, el programa de usuario es interpretado por el programa del sistema. Sus funciones son: ejecutar los programas, crear una imagen de las entradas, vigilar que el tiempo de ejecución del programa no exceda el tiempo límite, a esta función se le suele llamar watchdog (perro guardián) y tener verificado el sistema de cualquier falla que pueda presentar.

Equipo o unidades de programación: en esta parte el autómatas debe disponer de alguna forma de programación que nos permita ejecutar el programa, la cual se suele realizar empleando alguno de los siguientes elementos:

- Unidad de programación: suele ser en forma de calculadora. Es la forma más simple de programar el autómatas, y se suele reservar para pequeñas modificaciones del programa o la lectura de datos en el lugar de colocación autómatas.
- Consola de programación: es una terminal a modo de ordenador, que proporciona una forma más cómoda de realizar el programa de usuario y observar parámetros internos del autómatas desfasado actualmente.
- PC: es el modo más potente y empleado en la actualidad. Permite programar desde un ordenador personal estándar, con todo lo que ello supone: herramientas más potentes, posibilidad de almacenamiento en soporte magnético, impresión, transferencia de datos, monitorización mediante softwares, etc.

Para cada caso el fabricante proporciona lo necesario, el equipo o el software, los cables adecuados para la instalación de éste, cada equipo dependiendo del modelo y fabricante, pueden poseer una conexión a uno o varios de los elementos antes mencionados. En el caso de los micro-PLC se escoge la programación por PC o por unidad de programación integrada en la propia CPU.



Figura 2.4.2 Contactor.

Contactor (figura 2.4.2): es un aparato eléctrico de mando a distancia, que puede cerrar o abrir circuitos, ya sea en vacío o en carga. Es la pieza clave del automatismo en el motor

eléctrico. Su principal aplicación es la de efectuar maniobras de apertura y cierre de circuitos relacionados con instalaciones de motores. Excepto los pequeños motores individuales, que son accionados manualmente o por relés, el resto de los motores por contactores.

Un contactor está formado por una bobina y unos contactos, que pueden estar abiertos o cerrados, y que hacen de interruptores de apertura y cierre de la corriente del circuito. La bobina es un electroimán que acciona los contactos cuando le llega la corriente, abriendo los cerrados y cerrando los abiertos. Cuando le deja de llegar corriente a la bobina los contactos vuelven a su estado de reposo.

Relé o Relevadores



Figura 2.4.3 Relevador.

Relevador (figura 2.4.3): también conocido en algunos países como relé o relay, es un interruptor cuyo control corre por cuenta de un circuito eléctrico. Desarrollado en la primera mitad del siglo XIX por el físico norteamericano Joseph Henry, a través de una bobina y un electroimán incide sobre diversos contactos para la apertura o el cierre de otros circuitos, que funcionan de manera independiente.

Lo que hace la bobina es crear un campo magnético que lleva a los contactos a establecer una conexión. El electroimán, por su parte, permite el cierre de los contactos. De esta forma, el relevador actúa como un interruptor que puede fomentar el paso de la corriente eléctrica o su interrupción. Los relevadores permiten en desarrollar una conmutación a distancia, controlando altas tensiones con un bajo voltaje en retorno.



Figura 2.4.4 Temporizador.

Temporizadores (figura 2.4.4): son funciones de programación que permiten el control de acciones específicas en función del tiempo.

Tipos de temporizadores:

- ON-DELAY (temporizador con retardo a la conexión)
- TOF: OFF-DELAY (temporizador con retardo a la desconexión)
- TP: MONOESTABLE.

Por otro lado, la cantidad de temporizadores que se podrá programar con el PLC dependerá de su tamaño.



Figura 2.4.5 Guardamotor.

Guardamotor (figura 2.4.5): es un interruptor accionado en forma local que permite comandar y proteger motores. Con un solo aparato se cubren las siguientes funciones: protección contra cortocircuitos, protección contra sobrecargas, protección contra falta de fase, arranque y paro y señalamiento. El guardamotor posee un interruptor ON-OFF, un relé de sobrecarga y un disparo magnético perfectamente combinados entre sí.

Fusibles: protección contra cortocircuito, muy recomendable en la protección de transformadores y también como protecciones de respaldo de otros dispositivos de protección. En motores, puede utilizarse un fusible de doble elemento para ofrecer una gama de protección que incluya el rango de sobrecarga. Este dispositivo permite el paso de la corriente mientras ésta no supere un valor establecido.

2.5 Tipos de motores eléctricos y sus características

Los motores eléctricos son máquinas eléctricas que transforman en energía mecánica la energía eléctrica que absorben por sus bornes. Atendiendo al tipo de corriente utilizada para su alimentación, se clasifican en:

- Motores de corriente continua
 - ❖ De excitación independiente.
 - ❖ De excitación serie.
 - ❖ De excitación o derivación.
 - ❖ De excitación compuesta.

- Motores de corriente alterna
 - ❖ Motores síncronos.
 - ❖ Motores asíncronos.
 - ❖ Monofásicos (de bobina auxiliar, de espira en cortocircuito y universal).
 - ❖ Trifásicos (de rotor bobinado y de rotor en cortocircuito jaula de ardilla).

Todos los motores de corriente continua así como los síncronos de corriente alterna incluidos en la clasificación anterior tienen una utilización y unas aplicaciones muy específicas.

Los motores de corriente alterna asíncronos, tanto monofásicos como trifásicos, son los que tienen una aplicación más generalizada gracias a su facilidad de utilización, poco mantenimiento y bajo coste de fabricación.

La velocidad de sincronismo de los motores eléctricos de corriente alterna viene definida por la expresión:

$$n = \frac{60f}{p}$$

Donde:

n	Número de revoluciones por minuto
f	Frecuencia de la red
p	Número de pares de polos de la máquina

El funcionamiento del motor asíncrono de inducción se basa en la acción del flujo giratorio generado en el circuito estatórico sobre las corrientes inducidas por dicho flujo en el circuito del rotor. El flujo giratorio creado por el bobinado estatórico corta los conductores del rotor, por lo que se generan fuerzas electromotrices inducidas. Suponiendo cerrado el bobinado rotórico, es de entender que sus conductores serán recorridos por corrientes eléctricas. La acción mutua del flujo giratorio y las corrientes existentes en los conductores del rotor originan fuerzas electrodinámicas sobre los propios conductores que arrastran al rotor haciéndolo girar (ley de Lenz).

La velocidad de rotación del rotor en los motores asíncronos de inducción es siempre inferior a la velocidad de sincronismo. Para que se genere una fuerza electromotriz en los conductores del rotor ha de existir un movimiento relativo entre conductores y el flujo giratorio. A la diferencia entre la velocidad del flujo giratorio y del rotor se le llama deslizamiento.

3. Desarrollo

3.1 Descripción de los circuitos realizados

Para el proyecto de **“compactación de producto final de PET basado en un programador lógico controlable”** se diseñó el siguiente circuito:

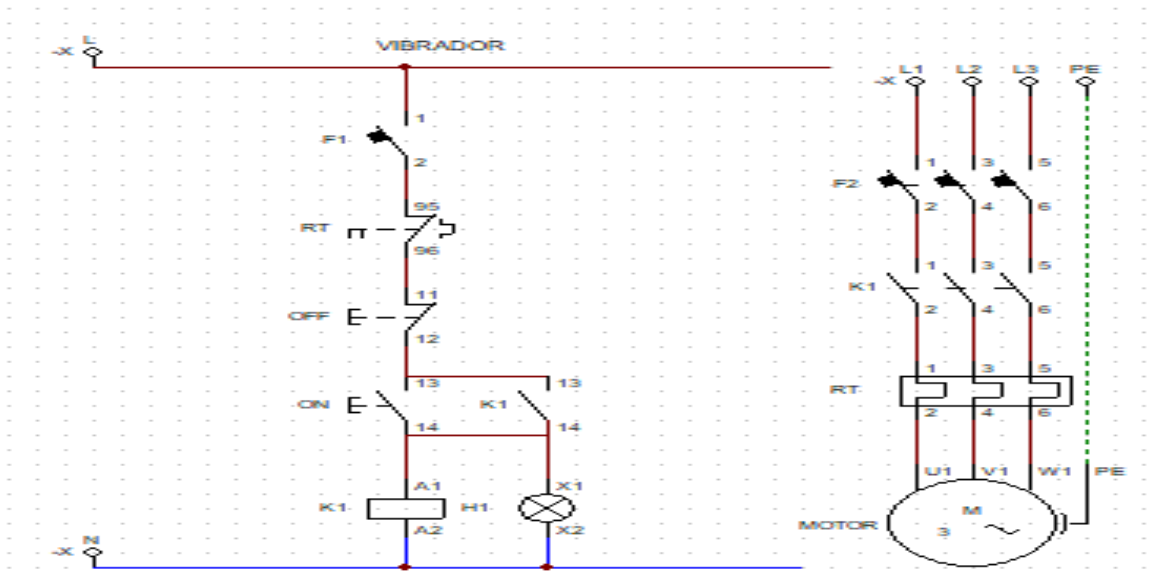


Figura 3.1.1 Simulación del circuito encargado de la vibración.

El circuito (figura 3.1.1) controlará la base vibratoria donde se colocará el super saco a unos ganchos, esta base por medio de un movimiento oscilatorio permitirá que el material que vaya entrando se acomode de una mejor manera llenándose a su máxima capacidad. Una vez compactado el material se bajará la base que soporta el super saco sobre un montacargas para transportarlo al lugar de almacenamiento.

Se simuló el circuito de automatización en el software “CADE SIMU” (figura 3.1.1), donde pudimos observar que al cerrar el switch del mando de control da paso a la corriente a todo el circuito permitiéndonos encender el motor con el botón ON y apagarlo con el botón OFF, una vez que se haya terminado de usar se presionará el switch de apagado del sistema.

“CADE SIMU” es un software de edición y simulación de esquemas de automatismo eléctrico. Los archivos se guardan por defecto con la extensión “.CAD”, para poder utilizar el programa debemos ejecutarlo cada vez que se desee entrar, se eligió este programa por ser muy completo y satisface las necesidades de simulación.

3.2 Descripción de los diseños realizados

Para realizar el diseño de las piezas de nuestra compactadora se optó por utilizar el software AutoCAD, por las facilidades que nos ofrece. El programa tiene poderosas herramientas que nos permiten realizar diseños, además de acceder a comandos de forma práctica desde la barra de herramientas y las interfaces de programación de aplicaciones para determinar los dibujos y las bases de datos. Es un software reconocido a nivel internacional por sus amplias capacidades de edición.

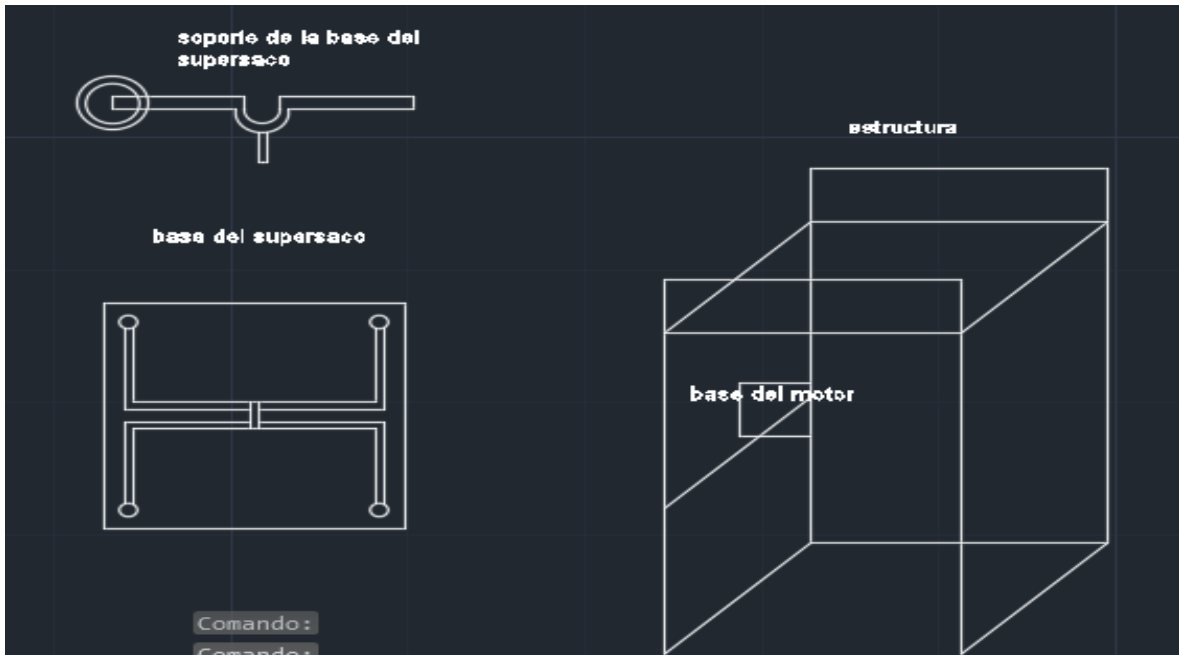


Figura 3.2.1 Piezas de la compactadora.

En la figura 3.2.1 podemos observar las piezas que conformarán la compactadora. Son principalmente cuatro:

- La estructura que es el punto final de todo el proceso de reciclaje donde se colocan los supersacos para almacenar el material terminado.
- Base donde se colocarán los supersacos que su función será de hacer movimientos oscilatorios para que se vaya compactando el material.
- Soporte de la base del supersaco.
- Base del motor.

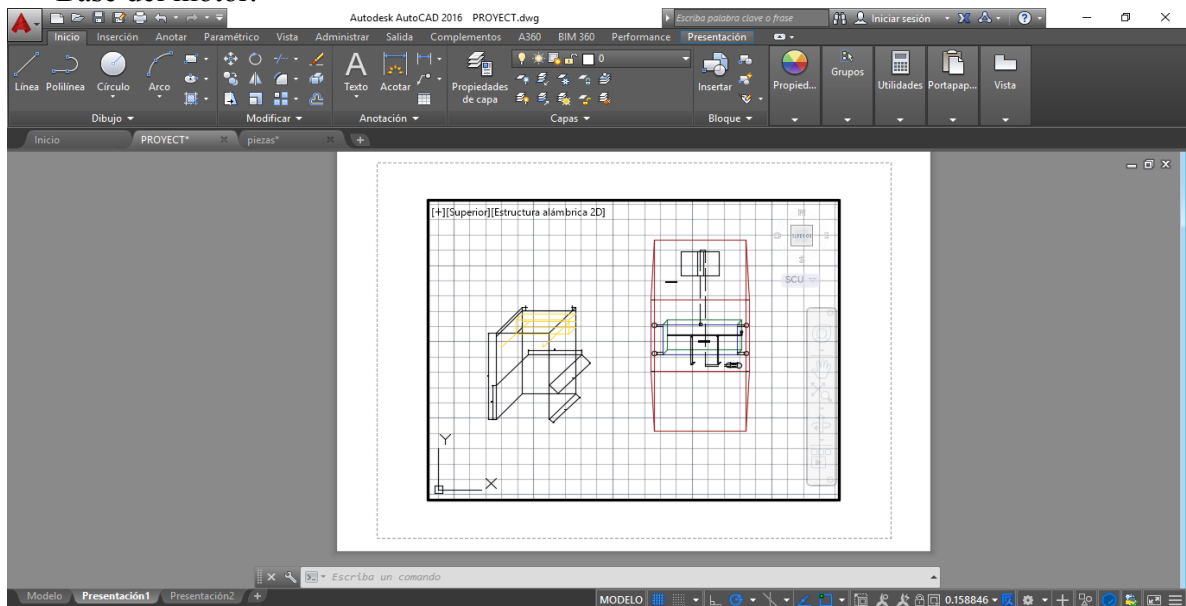


Figura 3.2.2 Compactadora.

Las piezas ensambladas de la compactadora se muestran en la figura 3.2.2.

3.3 Descripción de las pruebas, correcciones y validación

Durante la ejecución del proyecto “compactación de producto final de PET basado en un programador lógico controlable” se realizaron con algunos prototipos de las piezas de la compactadora.

Prueba 1: Se hizo un primer prototipo de la base donde se sujetará el super saco.



Figura 3.3.1 Base sujetadora de super saco.

El primer diseño de la base sujetadora del super saco (figura 3.3.1) no era el adecuado puesto que la carga del super saco no estaba distribuida en toda la pieza.



Figura 3.3.2 Base sujetadora de super saco corregido.

Para corregir el problema de distribución de carga se realizó el rediseño total de la pieza (figura 3.3.2).

3.4 Selección adecuada para la aplicación del motor

Siempre que se tiene la necesidad de adquirir un motor, hay que hacer antes los siguientes cuestionamientos:

- ¿Es una instalación nueva o existente?
- ¿Cuáles son las condiciones de la red eléctrica?
- ¿Cuál es la carga que el motor va a accionar?
- ¿Cuáles son las condiciones medioambientales?
- ¿Cuál va a ser el tiempo de recuperación de la inversión?
- ¿Qué tipo de normas debe cumplir?

- ¿Cómo va a ser hecho el arranque del motor?
- ¿Cuáles son las características de potencia y velocidad requeridas del motor?

Motor jaula de ardilla, dentro del universo de motores eléctricos, el motor jaula de ardilla es el más común y de uso más generalizado por diversas razones:

- Bajo costo
- Bajo mantenimiento
- Fácil de adquirir
- Alto grado de protección
- Pocos componentes
- Robusto

Por carecer de chispas internas, puede instalarse en ambientes de riesgo. Con el avance de la electrónica de potencia, hoy en día es el motor más práctico para realizar aplicaciones en donde se requiere variación de velocidad, llegando incluso a desplazar el motor de corriente continua.

3.5 Calculo del alimentador

Motor de 5 HP, trifásico 220 v, la corriente del motor es de 34 amperes, calculamos el alimentador y los fusibles del elemento dual para el cortocircuito y la protección de falla de tierra.

Por CEN, Tabla 430.148, la corriente del motor es 34 amperes.

Por tanto $34^a \times 125\% = 43$ amperes.

Por CEN, Tabla 310.16, se selecciona el conductor más cercano que clasifique, puede ser calibre #6 TW 60° cap. 55 amperes.

Por CEN, Tabla 430-152, multiplicar: $34^a \times 175\% = 59.5$ A, por lo tanto se selecciona un fusible con retardo de tiempo de 60 amperes.

3.6 protecciones para la instalación del motor

En el código Eléctrico Nacional se establecen los requisitos mínimos para la protección de motores en baja tensión. En todo circuito ramal de motores debe existir al menos

- El seccionamiento: lo provee un dispositivo que sea capaz de abrir el circuito con indicación visual de ON- OFF. El propósito es garantizar la apertura del circuito ramal con seguridad, para proteger a los usuarios y operadores.
- La protección automática contra circuito: se trata de un dispositivo de acción instantánea capaz de detectar y cortar cualquier corriente superior a la corriente de arranque del motor, la cual puede ser varias veces la corriente nominal, dependiendo de la letra de código del motor.
- El dispositivo para maniobras: habitualmente se utilizan contactores electromagnéticos o arrancadores de compuerta electrónica. Realmente no es una protección, aunque puede soportar las corrientes de arranque. Aunque es para controlar el arranque y parada del motor.

- La protección contra sobrecarga: este dispositivo está llamado a detectar las corrientes de sobrecarga comprendidas por encima de la corriente nominal; pero inferiores a las corrientes de cortocircuito.

4. Resultados y Conclusiones

4.1 Resultados

El resultado del proyecto “**compactación de producto final basado en un programador lógico controlable**” es el diseño de los circuitos de control y piezas de una máquina compactadora que permitirá los siguientes beneficios:

- Un mejor aprovechamiento de los recursos humanos, ya que la automatización de cualquier proceso representa un ahorro en la economía en las empresas.
- Incremento de tiempo de vida útil de los super sacos.
- Menor desgaste físico de recursos humanos.
- Utilizar la máxima capacidad de los super sacos con un llenado de uniforme de los mismos.

4.2 Conclusiones

Habiendo terminado el periodo correspondiente a la residencia profesional, he llegado a las siguientes conclusiones:

- La práctica profesional me permitió enfrentarme a situaciones que se presentan en el campo laboral día a día, con lo cual obtuve una amplia variedad de nuevos conocimientos en el área de mantenimiento.
- Desarrolle más habilidad en el diseño de piezas utilizando como herramienta el software “AutoCAD”.
- Estuve en contacto con proveedores, con lo cual obtuve una mejor visión de relaciones laborales.
- La práctica profesional me permitió adquirir experiencia, para saber cómo enfrentarme y comportarme ante diferentes situaciones del campo laboral y a las responsabilidades que tiene cada uno dentro de la empresa, como equipo de trabajo, y fuera de ella.

Referencias bibliográficas

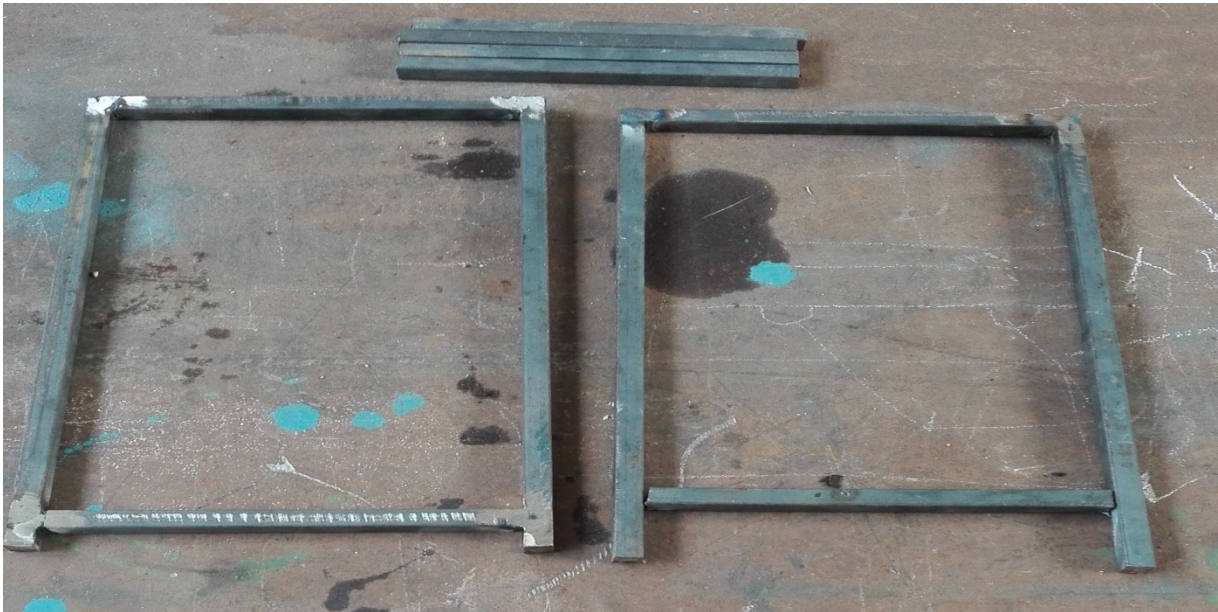
- [1] Angles, J. (S.F- año) *Diseño y automatización de una compactadora de residuos sólidos urbanos*. Editorial , (Depto. De ingeniería electrónica, eléctrica y automática)
- [2] Ospina J. (2015). *Sin título. Recuperado el día 04 de septiembre de 2017.* <http://www.elcolombiano.com/antioquia/estudiantes-de-la-u-nacional-crean-compactadora-de-basura-JA1507658>
- [3] Alejos, R. (2014). Universidad de las Américas-Puebla “*Oscillatory locomotion*”. IEEE Computer Society
- [4] Fundamentos de la técnica de atomización, F. Ebel, S. Idler, G. Prede, Alemania 2007
- [5] Compact heat exchangers: selection, John E Hesselgre

- [6] *Sin título.* (2011). *Recuperado el día 05 de septiembre de 2017* Inforeciclaje www.inforeciclaje.com/reciclaje-plastico.php
- [7] *Sin título.* (2011). *Recuperado el día 05 de septiembre de 2017* Inforeciclaje www.inforeciclaje.com/que-es-recilaje.php
- [8] *Sin título.* (2011). *Recuperado el día 05 de septiembre de 2017* Inforeciclaje www.inforeciclaje.com/reciclaje-pet.php
- [9] El libro del reciclaje (Ed. RBA, 1997, 250 págs.) Alfonso del Val. (la basura puede ser un tesoro: ha llegado la hora del reciclaje y de la producción limpia).
- [10] Ecología (Ed. Omega, 1974, 968 págs.) Ramon Margalef (catedrático de ecología de la Universidad de Barcelona)
- [11] Manual McGraw-Hill de reciclaje (Herbert F. Lund)
- [12] Reciclaje de PET: evaluación de la eficiencia de separación del contaminante PVC. Carlos Enrique Michelin (1 Ed. Julio 2011)
- [13] *Sin título.* (2015). Área Tecnológica. *Recuperado el día 08 de septiembre de 2017.* www.areatecnologica.com/LOS%20PLASTICOS.htm
- [14] Motan (2017). Motan Colortronic. *Recuperado el día 08 de septiembre de 2017.* www.motan-colortronic.com/es/segmentos-del-mercado/moldeo-por-soplado.html
- [15] *Sin título.* (2015). EAS change systems. *Recuperado el día 11 de septiembre de 2017.* Easchangesytems.com/es/application/modelo-por-inyeccion-del-plastimoldeo-por-inyeccion-de-plastico/
- [16] Mariano. (2014). Tecnología de los plásticos. tecnologiadeplasticos.blogspot.mx
- [17] Multimedia Ambiente Ecológico (2017). Ambiente Ecológico. *Recuperado el día 13 de septiembre de 2017.* www.ambiente-ecologico.com
- [18] Maser Grupo Tecnológico. (2015). Autómatas Programables. *Recuperado el día 18 de septiembre de 2017.* www.sc.ehu.es/sbwebcentro/automatica/WebCQMHI/PAGINA%20PRINCIPAL/Automatizacion.htm
- [19] Maser Grupo Tecnológico. (2015). Autómatas Programables. *Recuperado el día 18 de septiembre de 2017.* www.sc.ehu.es/sbwebcentro/automatica/WebCQMHI/PAGINA%20PRINCIPAL/PLC/plc.htm
- [20] *Sin título.* (2014). Tecnología. *Recuperado el día 21 de septiembre de 2017.* www.areatecnologia.com
- [21] El blog verde. (2015). Gestores de residuos. *Recuperado el día 22 de septiembre de 2017.* <https://www.recytrans.com/blog/clasificacion-de-los-plasticos/>

[22] Sin título. (2015) Transformando energía en soluciones. *Recuperado el día 22 de septiembre de 2017.* <http://ecatalog.weg.net/files/wegnet/WEG-seleccion-y-aplicacion-de-motores-electricos-articulo-tecnico-espanol.pdf>

Anexos

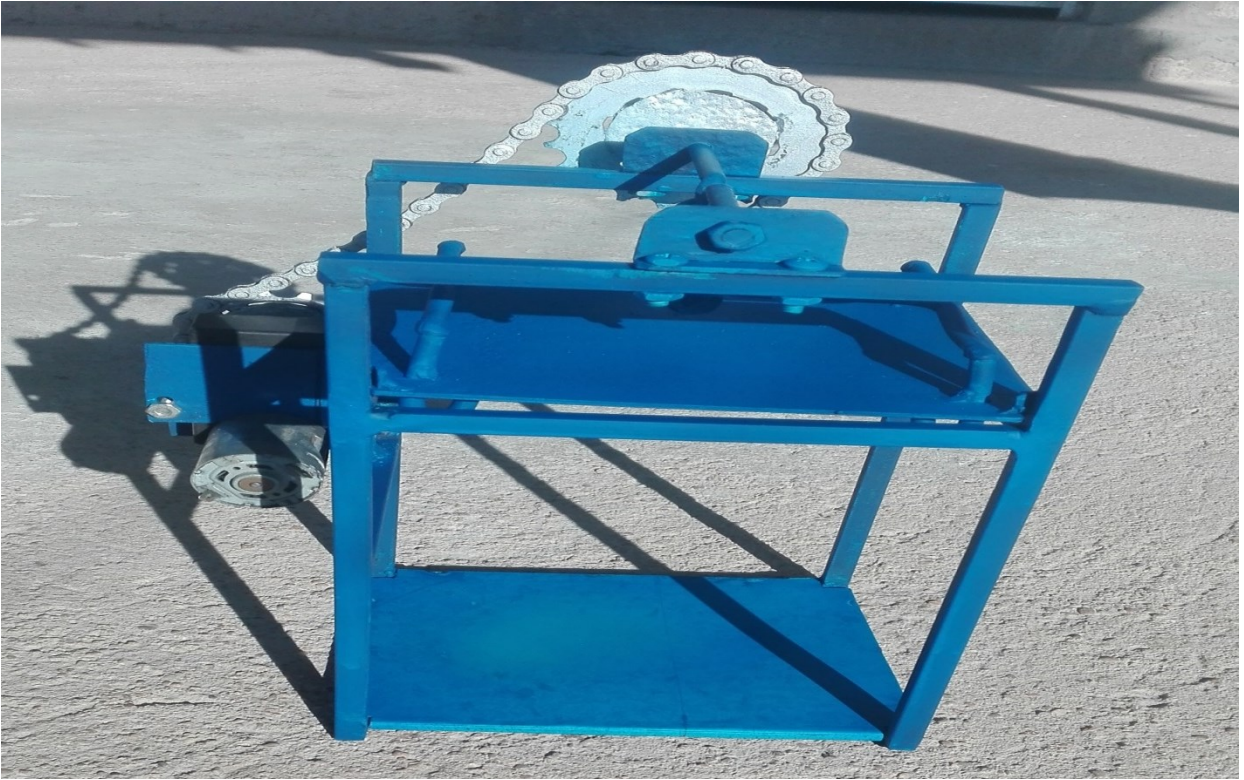
Evidencia fotográfica



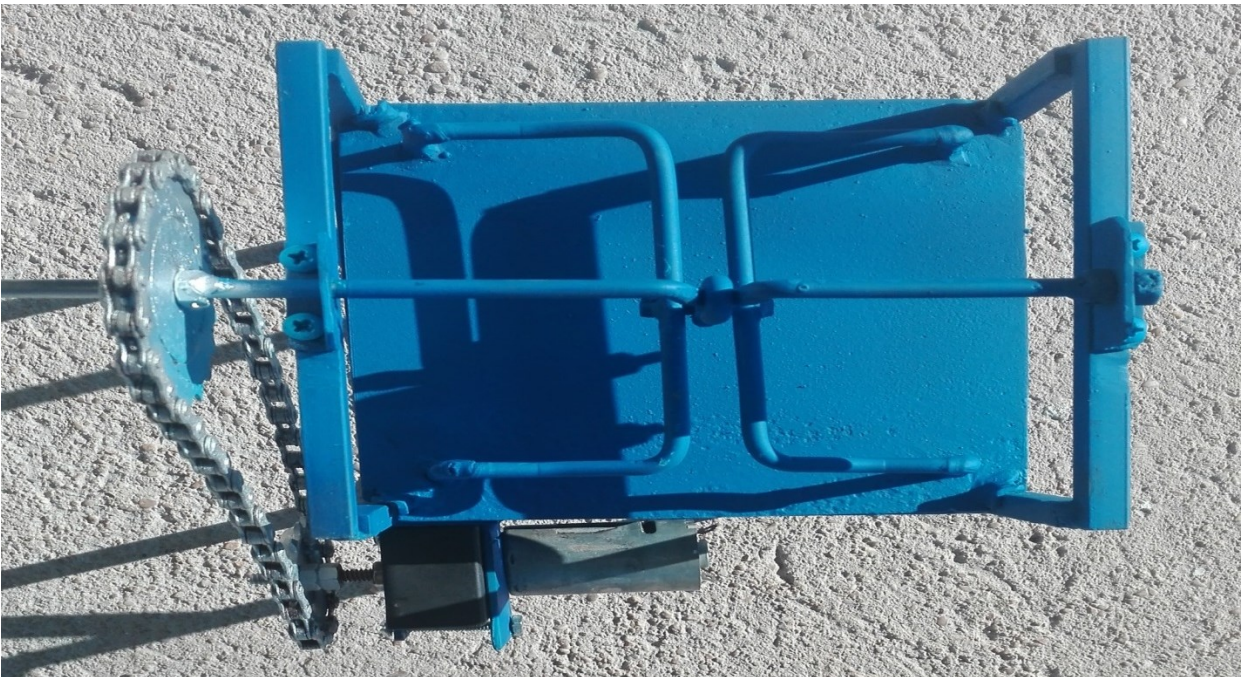
Fotografía 1. Partes de la estructura



. Fotografía 1. Estructura



Fotografía 3. Prototipo terminado parte frontal



Fotografía 4. Prototipo terminado parte aérea.