

Diseño y simulación de una maquina clasificadora neumática de materiales, Trujillo 2022**Design and simulation of a pneumatic sorting machine for materials, Trujillo 2022****Projeto e simulação de uma máquina pneumática de classificação de materiais, Trujillo 2022**

Alfaro Cabello Mario Alberto¹, Aguirre Segura Carlos Daniel², Cipiran García Stuart Christien³, Aranguri Hernández José Manuel⁴, Zapata Baquedano Gabriel Luisin⁵

Resumen

En este artículo, se presenta la implementación de un proceso de clasificación de materiales (madera, metal y cartón) para la clasificación de estos materiales en un mismo grupo, con el fin de contar con un mejor orden y control para el almacenamiento de estos materiales. Para su elaboración, se utilizaron las fórmulas de diseño de fajas transportadoras, diseño eléctrico y la simulación en un software utilizado industrialmente para diseños de procesos automatizados. También, se realizaron 4 pruebas con 10 pruebas cada uno, en donde se ingresaron 10 materiales de diferente tipo para obtener resultados de la clasificación, con el cual se realizaría el funcionamiento de la máquina y las pruebas para medir la eficiencia. Finalmente, se concluyó que, el porcentaje de eficiencia fue de 100% estos comparando con antecedentes que aplicaron metodologías para procesos similares, siendo este muy beneficioso para aplicaciones futuras.

Palabras clave: *Automatización, clasificación, productividad.*

Abstract

In this article, the implementation of a materials classification process (wood, metal and cardboard) is presented for the classification of these materials in the same group, in order to have a better order and control for the storage of these materials. For its elaboration, the formulas for the design of conveyor belts, electrical design and simulation were used in a software used industrially for automated process designs. Also, 4 tests were carried out with 10 tests each, where 10 materials of different types were entered to obtain classification results, with which the operation of the machine and the tests to measure efficiency would be carried out. Finally, it was concluded that the percentage of efficiency was 100% compared with precedents that applied methodologies for similar processes, this being very beneficial for future applications.

Keywords: *Automation, classification, productivity.*

Resumo

Neste artigo é apresentada a implementação de um processo de classificação de materiais (madeira, metal e papelão) para a classificação destes materiais em um mesmo grupo, a fim de ter uma melhor ordem e controle para o armazenamento desses materiais. Para sua elaboração, foram utilizadas as fórmulas de projeto de correias transportadoras, projeto elétrico e simulação em um software utilizado industrialmente para projetos de processos automatizados. Além disso, foram realizados 4 testes com 10 testes cada, onde foram inseridos 10 materiais de diferentes tipos para obter resultados de classificação, com os quais seria realizado o funcionamento da máquina e os testes para medir a eficiência. Por fim, concluiu-se que o percentual de eficiência foi de 100% em comparação

¹ Escuela de Ingeniería Industrial. Magister. Universidad Privada del Norte. Trujillo. Perú. mario.alfaro@upn.edu.pe. <https://orcid.org/0000-0002-0599-0141>.

² Escuela de Ingeniería Industrial. Estudiante. Universidad Privada del Norte. Trujillo. Perú. N00185422@upn.edu.pe. <https://orcid.org/0009-0005-3347-9171>.

³ Escuela de Ingeniería Industrial. Estudiante. Universidad Privada del Norte. Trujillo. Perú. N00170130@upn.edu.pe. <https://orcid.org/0009-0001-7492-8387>.

⁴ Escuela de Ingeniería Industrial. Estudiante. Universidad Privada del Norte. Trujillo. Perú. N00047227@upn.edu.pe. <https://orcid.org/0009-0009-4443-6870>.

⁵ Escuela de Ingeniería Industrial. Estudiante. Universidad Privada del Norte. Trujillo. Perú. N00175920@upn.edu.pe. <https://orcid.org/0009-0006-2163-2498>.

com precedentes que aplicavam metodologias para processos similares, sendo isso muito benéfico para futuras aplicações.

Palavras-chave: *Automação, classificação, produtividade.*

Introducción

En el Perú, durante los últimos años dentro del ámbito empresarial se están implementando proyectos con nuevas tecnologías para los procesos, empleando sistemas neumáticos que en la actualidad son usadas para mejorar la producción. En las industrias nacionales, especialmente en el rubro comercial, la selección de las diferentes categorías de productos se realiza de manera manual, por lo que los resultados dependen casi en su totalidad del operario; razón por la cual se han desarrollado sistemas de automatización que permiten mejorar estos procesos de clasificación. La simulación se considera como una actividad mediante la cual se pueden extraer conclusiones acerca del comportamiento de un sistema, estudiando el comportamiento de un modelo, cuyas relaciones de causa y efecto son las mismas (o similares) a las del sistema original. En concordancia Pegden (2020) dice “la simulación es un proceso de proyectar un modelo computacional de un sistema real y conducir experimentos con este modelo con el propósito de entender su comportamiento y evaluar estrategias para su operación”. Asimismo, Un modelo de simulación es un conjunto de ecuaciones que representa procesos, variables y relaciones entre variables de un fenómeno del mundo real y que proporciona indicios aproximados de su comportamiento bajo diferentes manejos de sus variables Pérez (2017).

Según Jiménez (2016), uno de los beneficios más importantes de implementar y automatizar la gestión por procesos, es lograr que las organizaciones mejoren el control en las conexiones e interacciones entre los diferentes procesos que integran el sistema. Es decir, permite obtener una visión general de todos los procesos de la organización, ya que, a través del Mapeo de Procesos, se pretende realizar el levantamiento de información, identificando el funcionamiento, los responsables, tareas y actividades que se realizan, recursos que se utilizan, entradas y salidas, y las diferentes interacciones entre los procesos. Como antecedente para la presente investigación se tiene como referencia a Mendoza (2010), en su investigación denominada aproximación metodológica para la solución de problemas de automatización usando elementos neumáticos, en Colombia: Universidad Tecnológica de Pereira, la investigación tiene como objetivo mostrar una propuesta para la solución de problemas de automatización empleando dispositivos neumáticos a través de la aplicación de la norma VDI 2860. Para ello, se emplea la simbología de aplicación directa en técnicas de manipulación, haciendo énfasis en la implementación práctica de los símbolos y la realización paso a paso de un ejemplo de tipo industrial que incluye diferentes clases de actuadores.

La ingeniería industrial ofrece diferentes herramientas de análisis con el fin de proponer e implementar planes de mejora y dar solución a problemas específicos, tanto a nivel operativo, como a nivel administrativo. Todo proceso es susceptible de ser mejorado. Sin embargo, es importante a dar prioridad a aquellos que presentan tiempos de ejecución muy largos, costos elevados o que pueden permitir una diferenciación competitiva mediante el uso de la tecnología avanzada. Una de las herramientas tecnológicas básicas para el mejoramiento de los procesos es la automatización. El objetivo general es realizar un proyecto de automatización mediante el cual se puede destacar que la automatización de un proceso de clasificación de cajas recicladas. Adicionalmente, como objetivos específicos se busca diseñar el circuito y de los componentes para su implementación, realizar las simulaciones y pruebas necesarias del funcionamiento del sistema, utilizar softwares que nos permitan el desarrollo del proyecto.

En la investigación de Grambo (2019), se puede observar que se clasifica las cajas según el tamaño mediante dos brazos robóticos, donde las cajas pequeñas se van a una bolsa y las cajas más grandes pasar a una mesa inclinada. En el trabajo de Bonello (2017), se desarrolló una pinza capaz de separar varios materiales de diferentes pesos o tamaños usando mordazas, una ventosa o ambas. En el estudio de Velásquez (2019), se consideró cilindros neumáticos de doble efecto, sensores magnéticos y otros elementos neumáticos para un sistema de clasificación que se conecta a un PLC, así lo referencia según Miles (2019). Las tareas de percepción pueden ser ejecutadas con mayor objetividad y constancia por dispositivos electrónicos, que son más apropiados para realizar trabajos visuales altamente repetitivos y difíciles de efectuar por un operario. La transformación de automatizar los procesos de trabajo

corresponde a una producción ajustada en la cual el objetivo principal es crear el máximo valor en un producto, con un bajo consumo de recursos. Debido a que busca identificar desperfectos y sus causas. Seguido a esto se hace uso de dispositivos electrónicos, que generan un cambio de tareas a los colaboradores, pese a que cause disminución de la participación obrera en la producción (Tunal, 2005).

Es por la automatización de los procesos tecnológicos que la producción se convierte en un ciclo automático que puede ser sometido a cambios y/o mejoras de manera rápida y eficaz sin intervención directa de mano de obra. (Córdoba, 2006). Una de las principales finalidades de la automatización de las máquinas es brindarle capacidades visuales, para distinguir el entorno, características, cálculos. Logrando realizar sus actividades de maneras precisas, ininterrumpidas y rápidas a comparación de ser efectuadas por un colaborador (Velasco et al., 2014). Por lo que el uso de sensores de visión acoplados a manipuladores robóticos permite el desarrollo de aplicaciones tales como inspección, manipulación de objetos, etc. (González et al. 2012). Electromecánico para el diseño del sistema de separación de cebolla por tamaño; aquí empleo mallas metálicas giratorias con tres medidas diferentes, los tamaños de acuerdo con la normativa. A demás de un sistema de inspección basado en visión artificial el cual emplea cámaras para la adquisición de imágenes, en la parte del software técnicas empleando algoritmos y programados en una computadora para procesar las imágenes obtenidas por las cámaras. Velasco et al. (2014) realizan un sistema automatizado para clasificación de fresa a partir de: forma, tamaño y color, el sistema usa: cinta transportadora, cámara, sensores fotoeléctricos, entre otros componentes y es controlado por un chip-microcomputer (SMC) y PC. Escalera (2021) desarrolla un sistema automatizado para la detección de papas irregulares, formado por cámara Sony, tarjeta Matrox Meteor, transportador de rodillos y PC. También Palacio (2018) realiza sistemas similares. En todos los trabajos anteriores se usan equipos electromecánicos y sistemas de visión comerciales de alto costo.

Por tanto, la objetividad de este proyecto es automatizar un proceso que pueda ser usada como herramienta de estación de ingeniería; dotada de un diseño y características adaptables a cualquier rubro. Una estación de clasificación automatizada, integrada con sensores ópticos; capaces de identificar y clasificar el producto por su tamaño a sus respectivas salidas, a través de cintas transportadoras, sensores ópticos. Obteniendo por resultado un mejor manejo de uso de los recursos: tiempo, costos, mano de obra. En la segunda parte, se lleva a cabo la metodología, mencionando los componentes del proyecto, el diseño aplicando el uso de sensores ópticos. La tercera parte presentamos los resultados y la simulación de la estación de clasificación automatizada conforme a nuestro modelo y particular sistema. Finalmente, en la parte 4 se registran las conclusiones y se realiza la discusión de manera comparativa.

Material y métodos

Diseño Faja transportadora entrada, los parámetros a considerar para el diseño de la banda transportadora corresponden al peso de cada tipo de material que estarán distribuidos en la superficie de la banda, para ello se consideró que la masa del producto de mayor tamaño es de 4 kg y la longitud máxima que llega a alcanzar está entre los 140 mm de largo. La metodología empleada para el cálculo y diseño de la banda transportadora está basada en el trabajo de (Siegling, 2014), en donde se elige la configuración cuyo procedimiento de cálculo de detalla en la Tabla 1, la misma que es similar a la idea preliminar planteada en la parte de diseño conceptual.

Tabla 1.

Procedimiento de diseño de la banda transportadora

1. Tenemos que tener la cuenta la carga máxima que ira sobre la faja, para saberlo multiplicamos el peso del material con mayor peso.	$Carga\ máx. = 4 \times 5$	$Carga\ máx. = 20\ kg.$
2. Multiplicamos el valor de la carga máxima por el valor de la aceleración de la gravedad (9.81m/s ²) para poder saber la fuerza. Tomando en cuenta la fricción de la faja $\mu = 0.800$ se multiplica por la fuerza en N.	$Fr = \mu \times N$ (Ecu.1)	$Fr = 150.69\ N$
3. Para hallar el peso de la banda se tomará en cuenta la densidad (1245 kg/m ³) y el volumen (m ³) de la banda. (Para poder obtener dicho dato se debe saber las dimensiones de la faja). (0.4 m * 0.005 m * 2 m) = 4.98 kg.	$m_{banda} = \rho \times V$ (Ecu.2)	$m_{banda} = 4.98\ kg.$

4. Luego, se aplica la mismas formula del punto número 2 para obtener la fricción de la faja. $\mu= 0.800$ y $(4.98 \text{ kg} \cdot 9.81 \text{ m/s}^2)$.	$Fr = \mu \times N$ (Ecu.1)	$Fr = 39.08 \text{ N}$
5. Sumando la fricción de la caja y la faja obtendremos la fricción resultante.	$Fr \text{ total}$	$Fr \text{ total}$
6. Ahora calculamos la potencia mecánica necesaria para mover la faja junto con la carga utilizando la siguiente ecuación Donde F es la fuerza del sistema y V (0.15 m/s) es a velocidad de trabajo de la faja.	$P = F \times V$ (Ecu.4)	$P = 28.45 \text{ W}$
7. Ahora necesitamos hallar la potencia del motor para la elección de compra. Donde n es la relación entre el tamaño de la polea del motor y cilindro principal y F.S es el Factor de potencia Que es 0.82 Tomando un promedio de los motores existentes en el mercado. La potencia obtenida la multiplicamos por un factor de seguridad de 1.5.	$\text{Motor} = P_{Mec} \cdot N / FS$ (Ecu.5)	$P_{motor} = 52 \text{ W}$
8. Para hallar los rpm (radianes por minuto), tomaremos en cuenta que el diámetro del cilindro del eje principal es de 0.101 m (Recomendado por el Sistema internacional) y aplicando la siguiente ecuación.	$N = (60 \cdot V) \cdot 2\pi \cdot r$ (Ecu.6)	$N = 28.180 \text{ rpm}$
9. Para halla el torque al que estará sometido el cilindro de la faja con la carga utilizamos la siguiente ecuación, donde r es el radio del cilindro.	$T = Fr \times r$ (Ecu.7)	$T = 2.73 \text{ N} \cdot \text{m}$
10. La longitud total de la banda trasportadora nos servirá para no comprar de más y ahí tener una inversión precisa.	$L = (4C2 - (D - d))$ (Ecu.8)	$L = 2.3173 \text{ m}$

La faja trasportadora es la encargada de trasportar las cajas de un punto a otro, además la faja trasportadora genera su movimiento por medio de un motor eléctrico el cual fue calculado previamente, en la figura 1 se puede observar las vistas de este equipo.

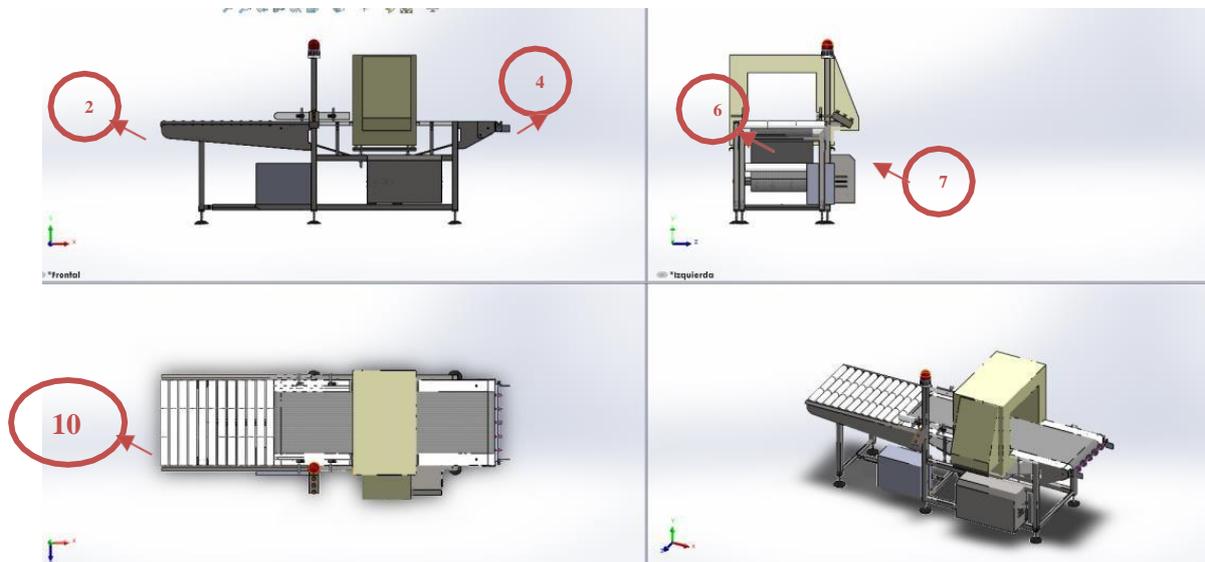


Figura 1. Faja Transportadora de entrada para adaptación de material.

Diseño de sensor óptico, el sensor óptico es el responsable de detectar las cajas dentro del proceso, en este caso se colocan los sensores en puntos estratégicos para poder realizar la clasificación. Cabe mencionar que no se utiliza otro tipo de sensores dentro del proceso por lo que se realizara la clasificación utilizando solamente sensores de este tipo. La posición del sensor óptico, según los datos del fabricante el sensor XUM8 tiene una velocidad de 0.034 cm/us, con ello permite determinar la distancia del sensor óptico, tal como se aprecia en la Figura 2, en la siguiente ecuación:

$$d = v \cdot (t/2) = 0.034 \cdot 294$$

$$d = 9.9 \text{ cm}$$

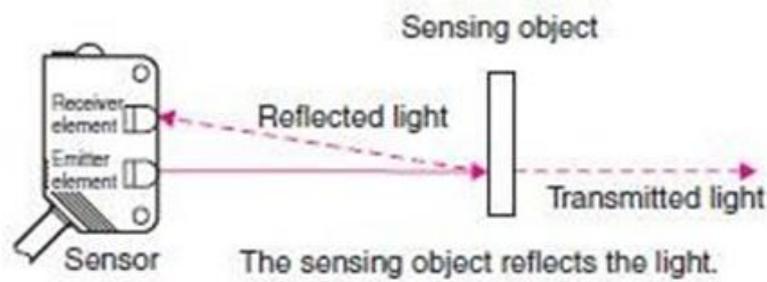


Figura 2. Faja Sensor óptico

Diseño de cilindro neumático, este componente permite mover el producto en las direcciones referentes a la salida por cada producto por lo que podemos clasificar las cajas en 3 tipos de materiales. A continuación, se muestra en la Tabla 2 el material y estructura más común en el mercado cilindros neumáticos del abastecimiento. La fuerza del cilindro es una función del diámetro del cilindro, de la presión del aire y del roce del embolo, que depende de la velocidad del embolo y se toma en el momento de arranque. Tenemos los siguientes datos. Al tener la misma carga para todo el sistema. Utilizaremos el mismo resultado para todos los cilindros.

Tabla 2.

Parámetros de operación del cilindro neumático

Parámetro del cilindro	Valores de trabajo
Presión del aire	0.7 MPa (7 bar)
Gravedad	9.81 m/s ²
Masa del bloque	4 kg

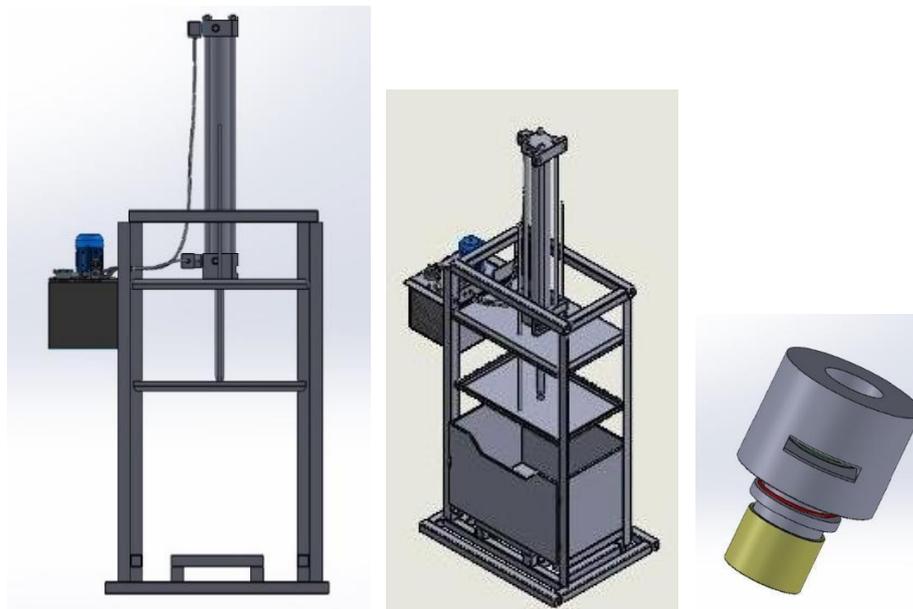


Figura 3. Esquema de la compactadora de basura, Vista frontal (izquierda), Vista isometrica (centro) y Valvula (derecha)

Para el diseño se tomaron en cuenta cálculos matemáticos, con la finalidad de saber la fuerza exacta con que la basura se pueda compactar, se utilizó teorías como la de multiplicador de presión.

$$\text{Fuerza} = F = 96 \text{ kg}$$

$$\text{Area} = A = 29 \times 29 \times 3.1415 = 2\,640 \text{ cm}^2$$

$$\text{Presion} = P = 96 / 2\,640 = 0,04 \text{ kg/cm}^2$$

Se considera una presión doble para que sea más confiable el equipo, donde *P de Diseño es de 0.08 kg/cm²*. La plancha encargada de la compactación tiene un área de 13 600 cm², entonces la fuerza total resultante es de 1088 kg, considerando un factor de seguridad F.S. = 2, el compactador será de 100 kgf = 1 TM, mostrado en la figura 4.

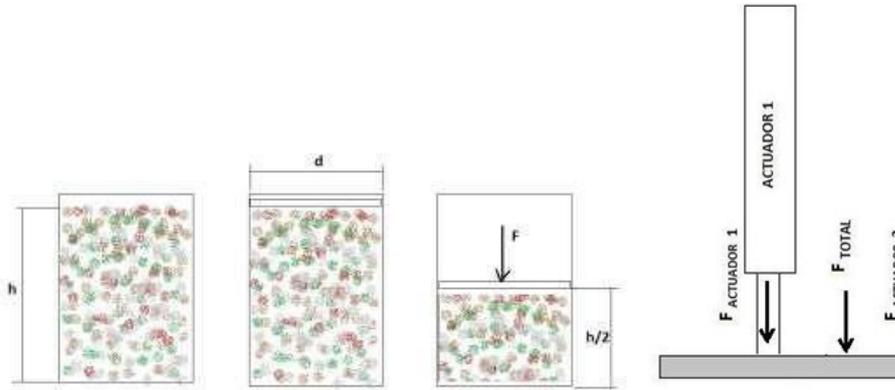


Figura 4. Esquema de teoría de presión (izquierda) y Esquema de aplicación de fuerzas (derecha)

Para el diseño de la programación fue necesario contar con programas especializados en la programación de PLC, en este caso utilizamos el lenguaje Ladder para la programación de controlador lógico programable, se muestra en la Figura 5.

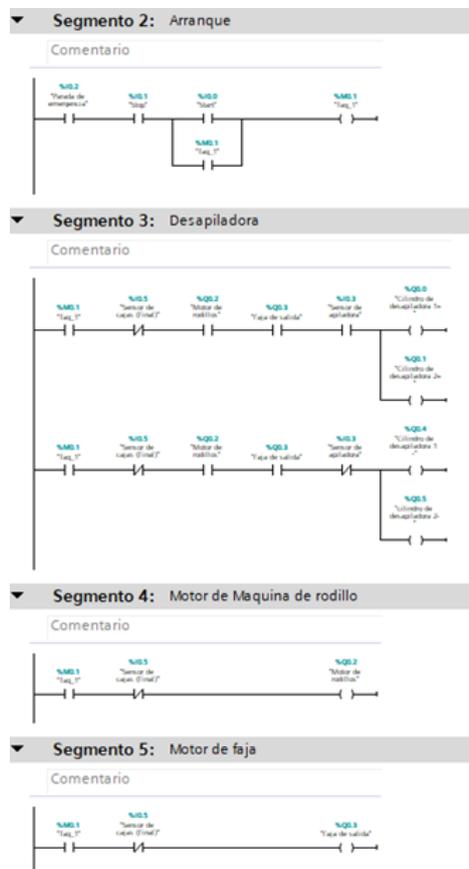


Figura 5. Algoritmo de programación en la PLC

Luego de haber ingresado todos los datos en el programa de simulación, se realiza el circuito eléctrico en Cadesimu, mostrado en la Figura 6, mediante el cual se detalla el funcionamiento de la faja transportadora y el accionar del sistema de la compactadora.

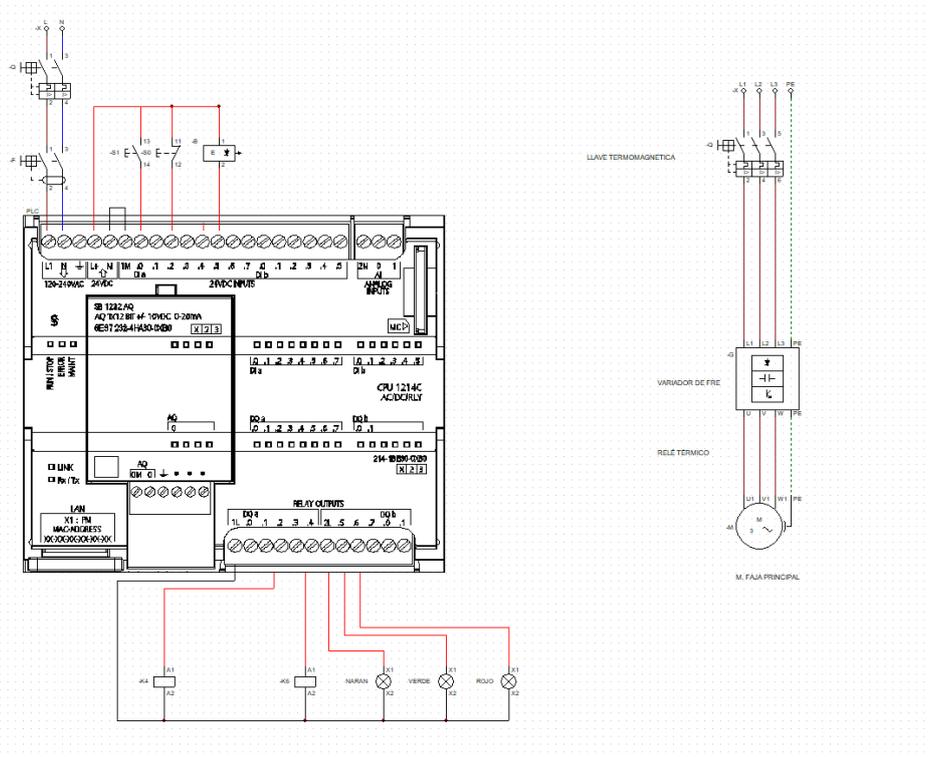


Figura 6. Circuito eléctrico CADE SIMU

En el circuito podemos ver el diagrama de fuerza, en el cuál a través de la llave electromagnética conectado al PLC de manera indirecta la cuál activará o desactivará el motor. La segunda fase se encuentra el diagrama de control o PLC. Esto se puede visualizar en la simulación del programa, como se muestra en la Figura 6, donde los bloques de basura pasan una a una por la faja transportadora, luego se compacta la chatarra y así tenemos el producto final. El proceso inicia cuando se presiona el pulsador start, seguidamente se enciende la faja transportadora, entra el bloque hasta llegar al lugar del sensor óptico el cual hace que se detenga la faja e inicie el proceso de compactación, terminado el proceso, el bloque retorna, como indicado en la Figura 6.

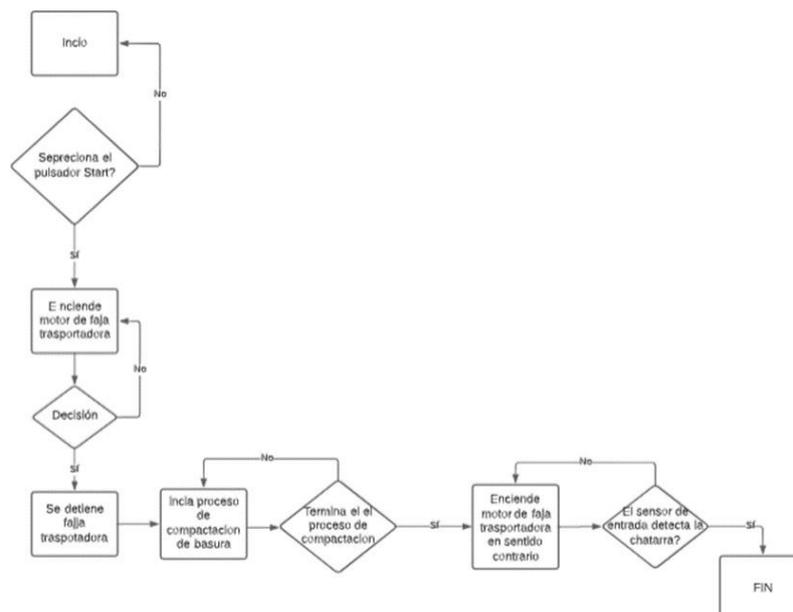


Figura 7. Diagrama de proceso



Figura 8. Simulación del proceso

Resultados

Para ello, se ha realizado un total de 2 ensayos, donde se analiza cada proceso. Para esto, el sistema deberá detectar si la maquina compacta el material de forma correcta. Dentro de cada ensayo, se aplicaron 10 pruebas con la finalidad de poder corroborar y verificar cuál es el porcentaje de eficiencia del proyecto. Como respuesta de los dos ensayos se obtuvieron los mismos resultados los cuales se presentan en la Tabla 3.

Tabla 3.

Resultados de los ensayos 1 y 2

<i>Pruebas compactadoras con basura de metal</i>	<i>P1</i>	<i>P2</i>	<i>P3</i>	<i>P4</i>	<i>P5</i>	<i>P6</i>	<i>P7</i>	<i>P8</i>	<i>P9</i>	<i>P10</i>
<i>Bloques ingresados</i>	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
<i>Bloques compactados</i>	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
<i>Bloques compactados parcialmente</i>	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
<i>Eficiencia (%)</i>	100	100	100	100	100	100	100	80	100	100
PROMEDIO DE EFICIENCIA (%)										100

En la Tabla 3, se pueden observar los resultados de cada ensayo, donde en cada prueba realizada se determinó un porcentaje de eficiencia. Por lo que, será necesario hacer un promedio de todas ellos y finalmente un promedio general, el cual será el nivel de eficiencia del proceso de compactación. En base a ello, se tuvo como resultado que el porcentaje de eficiencia general que es 100%. Este resultado, es considero óptimo para saber que nuestro diseño tendrá una buena eficiencia si se aplica de forma real. Tomando en cuenta como antecedente al trabajo de (Alzamora, 2017) su diseño tiene un tiempo de vida de 7 a 11 años esto dependerá de las condiciones ambientales y el trabajo continuo de la máquina, por cual podemos decir que nuestra maquina tendrá una durabilidad de similar duración.

Discusión

Teniendo los resultados del proyecto, se puede observar que estos son. Se realizó un análisis con un proyecto similar (Catalán, 2014), se llevó a cabo un proyecto por nombre diseño de una compactadora de chatarra liviana de acero. La primera diferencia es que es una maquina compactadora de chatarra liviana y que era para el aumento de transporte de chatarra logrando aumentar un trescientos por ciento su capacidad. El que se diseñó una compactadora de chatarra de alto tonelaje, que quiere decir que es de mucho mayor capacidad a la antes mencionada y a la que se está presentando, (García, 2014)

Conclusiones

Al término del estudio se concluye que sí es posible simular una compactadora, con software. Por lo que, será necesario hacer un promedio de todas ellas y finalmente un promedio general, el cual será el nivel de eficiencia del proceso de compactación. En base a ello, se tuvo como resultado que el porcentaje de eficiencia general que es 100%. Este resultado, es considerado óptimo para saber que nuestro diseño tendrá una buena eficiencia si se aplica de forma real.

Referencias

Catalán, E. (2014). Diseño de una compactadora de chatarra liviana de acero, Guatemala [Tesis de grado, Universidad San Carlos]. Repositorio institucional de la Universidad San Carlos de Guatemala. Obtenido de http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0732_MI.pdf.

García, J. (2014). Diseño de una compactadora de chatarra de alto tonelaje, Madrid [Tesis de grado, Universidad Pontificia Comillas]. Repositorio de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería. Obtenido de <https://silo.tips/download/diseo-de-una-compactadora-de-chatarra-de-alto-tonelaje>.

Grambo, P., Mullick, T., Furukawa, T., Matoba, M., & Nasu, Y. (2019). Automatic Sorting and Holding for Stacking Heterogeneous Packages in Logistic Hubs. *IFAC-PapersOnLine*, Volume 52, Issue 10, 2019, Pages 109-114, ISSN 2405-8963. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2019.10.008>.

Jiménez, J. & Rosas, O. (2009). Diseño de una máquina compactadora de chatarra de aluminio para producir pacas de 65 kg. Ecuador [Tesis de grado, Escuela Politécnica Nacional]. Repositorio Digital – EPN. Obtenido de <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/1758>.

Alzamora, R. (2017). Diseño de Compactadora de Chatarra Metálica, Peru. [Tesis de grado, Universidad Católica de Santa María]. Repositorio de la UCSM. Obtenido de <https://repositorio.ucsm.edu.pe/handle/20.500.12920/6411>.

Bonello, D., Saliba, M., & Camilleri, K. (2017). An Exploratory Study on the Automated Sorting of Commingled Recyclable Domestic Waste. *Procedia Manufacturing*, Volume 11, 2017, Pages 686-694, ISSN 2351-9789. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.07.168>.

Velásquez, J. (2019). Prototipo de un Sistema de clasificación y envasado automatizado. *Revista De Investigación Multidisciplinaria CTSCAFE*, 3(9), 10. Obtenido de <https://www.ctscafe.pe/index.php/ctscafe/article/view/107>.

Tunal, G. (2005). Automatización de los Procesos de Trabajo. *Actualidad Contable Faces* [en línea], 2005, Volumen 8 (10), Pages 95-104, ISSN: 1316 - 8533. Obtenido en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=25701009>

Córdoba, E. (2006). Manufactura y automatización. *Ingeniería e Investigación* [en línea]. 2006, Volumen 26 (3), Pages 120-128, ISSN: 0120 - 5609. Obtenido en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=64326315>.

Velasco, O., Pérez, M., & Flórez, J. (2014). Diseño y construcción de una estación de clasificación automática con visión de máquina. *TecnoLógicas*, Volumen 17 (32), Pages 97-109. Obtenido de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-77992014000100010&lng=en&tlng=es.

González, E., Adán, A., & Feliú, V. (2012). Framework Heurístico para la Implementación de Sistemas Activos de Reconocimiento de Objetos. *Revista Iberoamericana de Automática e Informática Industrial*, Volumen 9(4), Pages 474–483. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.riai.2012.09.014>.

Mendoza, J., Muriel, J., & Medina, F. (2010). Una aproximación metodológica para la solución de problemas de automatización usando elementos neumáticos. *Scientia Et Technica*, Volumen XVII (46), Pages 92-96, ISSN: 0122-1701. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84920977025>.

Siegling, A. B., Nielsen, C., & Petrides, K. V. (2014). Trait emotional intelligence and leadership in a European multinational company. *Personality and Individual Differences*, Volumen 65, Pages 65–68. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2014.01.049>.