

Automatización de trituradora de papel para uso del reciclado.

Automation of paper shredder for recycling use.

Rómulo Alejandro Barba López

<https://orcid.org/0000-001-7674-2623>

rómulo.barbal@ug.edu.ec

Universidad de Guayaquil

Resumen

El reciclado forma parte importante en la cotidianidad del ser humano debido a la generación exponencial de contaminación e impacto ambiental que ha producido muchos de los avances tecnológicos e industriales ejecutados por la mano del hombre. Esto ha permitido el auge de las 3 R, donde es necesario cambiar la perspectiva del individuo y eso se logra a través de educación ambiental, la cual busca un cambio conductual del individuo. Es aquí donde procesos como la producción de cartón toma vida gracias a que utiliza materia prima como el papel reciclado. Este proceso se realiza a gran escala, pero requiere de alta inversión, las pequeñas recicladoras de papel son maquinas robustas que se manipulan manualmente, por lo que se puede mejorar este proceso con la ayuda de la automatización. Por lo cual, el objetivo general de esta investigación es analizar la automatización de trituradora de papel para uso de reciclado. La metodología empleada se basó en un diseño bibliográfico de tipo de investigación documental. Los resultados se basaron en análisis del proceso de reciclado de papel y los componentes electrónicos necesarios para la automatización. Como conclusión, para la automatización se requiere que se utilicen: módulos de alimentación, que permite ofrecer las corrientes y voltajes necesarios para los componentes electrónicos y los actuadores eléctricos; módulo de sensores, que concede verificar la presencia de papel en la zona de corte; módulo HMI que fomenta la interacción del usuario con la máquina donde se podrá observar o modificar el control del proceso; módulo de potencia la cual está regido por los relés y optoacoplador que permite suministrar la energía a los motores de la licuadora y as bandas, así como a las bombas de los tanques; y por último el módulo de control ejercido por microprocesador PIC16F877A que servirá de cerebro para manipular todos los componentes que conforman la trituradora automatizada.

Palabras Clave: reciclado, conducta ambiental, trituradora, automatización, microprocesador

Abstract

Recycling is an important part of human daily life due to the exponential generation of pollution and environmental impact that has produced many of the technological and industrial advances carried out by the hand of man. This has allowed the rise of the 3 Rs, where it is necessary to change the individual's perspective and this is achieved through environmental education, which seeks a behavioral change in the individual. It is here where processes such as cardboard production come to life thanks to the use of raw materials such as recycled paper. This process is carried out on a large scale, but requires a high investment, the small paper recyclers are robust machines that are manipulated manually, so this process can be improved with the help of automation. Therefore, the general objective of this research is to analyze the automation of a paper shredder for recycling use. The methodology used was based on a bibliographic design of the documentary research type. The results were based on analysis of the paper recycling process and the electronic components required for automation. In conclusion, automation requires the use of: power supply modules, which allow offering the necessary currents and voltages for electronic components and electric actuators; sensor module, which allows to verify the presence of paper in the cutting area; HMI module that encourages user interaction with the machine where the process control can be observed or modified; power module which is governed by relays and optocoupler that allows power supply to the blender motors and bands, as well as to the tank pumps; and finally the control module exercised by the PIC16F877A microprocessor that will serve as the brain to manipulate all the components that make up the automated shredder.

Keywords: recycling, environmental behavior, shredder, automation, microprocessor

Introducción

La creciente evolución del ser humano ha permitido desarrollar nuevas tecnologías a expensas de la generación de conocimientos. Esta búsqueda constante de satisfacer las necesidades de la sociedad también ha provocado efectos colaterales manifestados en la degradación del medio ambiente y de la vida que pertenece a ella. Un incremento de la

industrialización es proporcional al crecimiento de la contaminación e impacto ambiental dentro de nuestro mundo.

Desde la década de 1960 se empezó a generar un cambio de conciencia y de conducta dentro de los individuos sobre los que era el medio ambiente. Esto ocurrió por los efectos perjudiciales de los pesticidas, por lo que comenzó una ola para cambiar los procesos y las políticas, promoviendo a su vez la reducción del impacto que el hombre genera y un mayor conocimiento del ser humano en el ambiente (Sánchez Castañeda, 2014).

El consumo desde una perspectiva ecológica llega a ser un factor sinérgico para la crisis ambiental, es decir que es parte esencial de un proceso que, en conjunto con muchos factores morales, éticos, y culturales dan pie a las causas del deterioro ambiental. En base a que toda actividad industrial genera residuos sólidos, los cuales se depositan en el medio ambiente siendo esta una de las principales causas de contaminación. (Chacón, Pacheco, Cedejas, & Ortega, 2016, pág. 64)

Toda esta situación ha permitido una nueva forma de producción y percepción que se tienen ahora sobre los productos y materiales, como lo es el reciclaje. Es un proceso simple o complejo que sufre un material o producto para ser reincorporado a un ciclo de producción o de consumo, ya sea éste el mismo en que fue generado u otro diferente (Henaó, 2013). En otras palabras, es la obtención de materias primas a partir de desechos, introduciéndolos en un nuevo periodo de vida y se produce ante el agotamiento de recursos naturales, permitiendo eliminar de forma eficaz los desechos de los humanos que son necesarios (Chacón, Pacheco, Cedejas, & Ortega, 2016).

Del mismo modo, el reciclaje ha tenido una repercusión en la vida de los seres humanos fomentando nuevas teorías y por ende nuevos conocimientos. Un ejemplo de nuevas políticas engendradas desde esta perspectiva es la cultura de las tres (3) R (Reducir, Reutilizar y Reciclar), la cual conforma el triángulo ecológico. Las características de las 3 R se pueden detallar en la Tabla 1.

Tabla 1.

Características de las 3 R.

TRIANGULO ECOLÓGICO	CARACTERÍSTICAS
<i>Reducir</i>	Se debe promover la reducción del consumo directamente. Es decir, es promover el consumo consciente, el consumo ambientalizado, el consumo que da cuenta de los costos ambientales tanto como de los meramente económicos: uso adecuado de los automóviles, consumo pertinente de energía en la casa y el trabajo, manejo consciente del agua, etcétera.
<i>Reutilizar</i>	La persona común requiere una mayor información y capacitación. Mayor orientación que no haga depender tanto las factibilidades de reúso de las capacidades-habilidades particulares de las personas. Instruir a las poblaciones sobre las formas, principios, procesos, ventajas y complicaciones de reutilizar los objetos y empaques es una labor prioritaria que debe desarrollarse si se quiere suplantar la información de segunda mano por una más idónea.
<i>Reciclar</i>	Si se logra reducir el consumo y se reutilizó lo adquirido, se puede hasta entonces, pensar en su reciclaje. Pero también se tiene que aclarar que, para reciclar, los materiales deben tener ciertas cualidades que les permitan ser reciclados, puesto que no todo puede serlo. Además, se debe brindar información-formación suficiente y adecuada a la hora del consumo para que al momento de la adquisición se pueda optar más por productos reciclables o más reciclables que los que no lo son.

Fuente: (Lara, 2008)

Como se refleja en la Tabla 1, es necesario cambiar la perspectiva del individuo y eso se logra a través de educación ambiental. La educación ambiental no solo se fundamenta en el medio ambiente, sino también en sus problemas a los que el hombre se enfrenta en su uso de los recursos naturales y las posibilidades de superarlos y prevenirlos en el futuro (Breiting, 1997). Esta educación debe fundamentarse en las 3 R por lo que el individuo sería capaz de poder identificar los materiales que pueden reducirse, reutilizarse y reciclarse. Estos materiales se pueden describir en la Tabla 2.

Por supuesto, esta nueva percepción de la vida requiere de un cambio más allá del momento sino un cambio conductual del individuo. Según Castro (2001) es “aquella acción que realiza una persona, ya sea de forma individual o en un escenario colectivo, a favor de la conservación de los recursos naturales y dirigida a obtener una mejor calidad del medio ambiente” (Aguilar Luzón, Monteoliva Sánchez, & García Martínez, 2005). De igual manera, las actitudes ambientales sólo son mejores predictores de conductas relativamente aisladas y que requieren de las personas una acción puntual (más o menos frecuente), como el caso de las conductas de reciclado (Corraliza & Martín, 2000).

Toda esta situación ha sido catalizador para la formación del nuevo ciudadano, un ciudadano consciente del impacto generado a su alrededor, dejando de lado aquel ciudadano depredador que solo buscaba satisfacer sus necesidades. Es decir, el incremento de los residuos sólidos urbanos y el fuerte impacto medio ambiental que estos provocan, ha generado una campaña de sensibilización que tiene un doble objetivo; la disminución de la contaminación en general y la del consumo de energía (Castro Fernández, 2009).

En este sentido, la búsqueda de procesos o proyectos que realcen este espíritu conservador siempre está en movimiento. Una de ellas es la alternativa de poder utilizar el papel de desecho en producto reciclado. El papel de desecho resulta económicamente atractivo para la industria del papel y cartón porque permite ahorrar energía, productos químicos y tratamientos de los líquidos que se evacúan (Escudero P., 2015).

Aunque existen autores y expertos que manifiestan desventajas en el uso del papel de reciclado, que abarca estrictamente en lo económico y tiene que ver con el precio del papel recuperado. Así, en la mayoría de las calidades de papel y cartón, el recuperador se enfrenta a un balance negativo entre el coste de recogida y tratamiento del papel recuperado, por una parte, y la venta al fabricante de papel por otra (Chas & Lorenzo, 1997).

Visto de esta forma, produce un efecto negativo porque incrementará los precios del producto final. Es por ello, que muchos de los individuos consideran de más costo el papel reciclado que el papel de producción frecuente. Lo importante aquí es poder detallar la importancia en el ecosistema y por ende disminuir el impacto ambiental, de aquí radicaliza el efecto predominante de una conducta ecologista frente a la conducta de obsolescencia programada.

Por lo anterior se plantea la automatización de una máquina para la producción de papel a través del reciclado, la cual permitirá realizar de una forma más fácil y eficaz la realización del papel, pues este presenta una serie de procesos cuyo tiempo de elaboración tardan más de un día, por lo que al implementar esta mejora electrónica se podrá elaborar papel, disminuyendo el trabajo manual y aumentando la productividad.

Tabla 2.

Descripción de los materiales que se le pueden aplicar las 3R.

	DIFINICIÓN	VENTAJAS	DESVENTAJAS	TIPOS
Papel y Cartón	<ul style="list-style-type: none"> - El papel se define como una lámina plana constituida por fibras celulósicas de origen vegetal irregularmente adheridas entre si - El cartón es un material formado por varias capas de papel superpuestas, a base de fibra virgen o de papel reciclado. El cartón es más grueso, duro y resistente que el papel 	<ul style="list-style-type: none"> - Económico: Bajo en costo, alto beneficio. - Reciclable. - Óptimo para unificar envases individuales menores. - No es conductor térmico. - Capaz de recibir recubrimientos. - Ligero. - Resistente a las grasas y a los aceites. - Apropiado para ser moldeado. - Permite variedad de uso. 	<ul style="list-style-type: none"> - Casi nula barrera contra al vapor de agua. - No tiene resistencia química - Permeable al agua. - Pierde su resistencia estructural con el agua. - Para obtener fuerza adicional y protección al producto se necesita agregar diversos materiales los contenedores. 	<ul style="list-style-type: none"> - Cartón sólido blanqueado. - Cartón sólido no blanqueado. - Cartón folding. - Cartón corrugado: sencillo, doble y triple corrugado. - Varillas de cartón.
Madera	<p>Es un material ligero y elástico que tiene características de resistencia y dureza</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Alta resistencia al impacto. - Alta resistencia a la compresión. - Alternativa para la transportación de productos pesados. - Por su baja velocidad de producción es considerada como trabajo artesanal. - Seguridad en el apilado 	<ul style="list-style-type: none"> - Se hincha y se pudre con el agua, y los rayos del sol. - No resulta costeable para embalajes pequeños. - Requiere tratamiento de mantenimiento especial. - El peso es un factor negativo si se consideran los costos por concepto de fletes 	<ul style="list-style-type: none"> - Barriles - Pipas - Toneles - Cubas - Tarimas
Polímeros	<p>Materiales compuestos por resinas, proteínas y otras sustancias que se moldean a partir de la presión y en calor. Es un derivado del petróleo.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Ofrece variedad (existen más de 30 tipos de plásticos) - Permiten versatilidad en el diseño. - Fáciles de moldear - Resistentes a la degradación. - Livianos. - Económicos Resistencia a la fatiga. - Flexibilidad - Bajo coeficiente de absorción de humedad: Resistente a la corrosión. - Resistencia al impacto. - Transparencia - Hermético 	<ul style="list-style-type: none"> - Baja resistencia a temperaturas elevadas. - Baja resistencia a los rayos UV y a la intemperie. - Poca resistencia mecánica. - Inflamabilidad - Deformación térmica 	<ul style="list-style-type: none"> - Polietileno. (PE) - De baja densidad (LDPE/PEBD) - Lineal de baja densidad (LLDPE) - De alta densidad (HDPE/PEAD) - De peso molecular ultra elevado (UHMW-PE) - De densidad muy baja (VLDPE) - De densidadultrabaja(ULDPE) - Polipropileno (PP) - Poliamidas (PA) - Poliésteres: - Polietilentereftalato(PET) - Policarbonato (PC) - Polímeros vinílicos : - Policlorurode vinilo (PVC) - Cloruro de Polivinilideno (PVDC) - Espuma para embalaje

Fuente: (Chacón, Pacheco, Cendejas, & Ortega, 2016)

Por lo tanto, el objetivo general de esta investigación es analizar la automatización de trituradora de papel para uso de reciclado. La metodología empleada se basó en un diseño bibliográfico de tipo de investigación documental.

Método

Para el desarrollo procedimental de esta investigación se realizó detalladamente la consecución de objetivos específicos, los cuales son: describir la importancia del reciclaje, detallar el proceso de reciclado papel, especificar la importancia de la automatización y desarrollar los componentes electrónicos necesarios para la automatización.

La metodología se basó en un diseño bibliográfico de investigación tipo documental. Esto se fundamenta en la revisión sistemática, rigurosa y profunda de material documental de cualquier clase, donde se efectúa un proceso de abstracción científica, generalizando sobre la base de lo fundamental, partiendo de forma ordenada y con objetivos precisos (Palella Stracuzzi & Martins Pestana, 2010). Para lograr este propósito se utilizó herramientas como textos, documentos y artículos científicos publicados disponibles en la web.

Resultados

Proceso de reciclaje de papel.

El proceso de fabricación de papel ha presentado dos grandes inconvenientes, la gran cantidad de fibra primaria, y por ende la utilización de madera natural, y segundo la contaminación generada por el papel desechado. Para combatir estas situaciones nace la idea de poder aplicar el reciclado de papel, utilizando la fibra secundaria que provienen del papel de desecho. Sin embargo, el papel desperdicio mezclado es particularmente difícil de utilizar en la producción de pulpa debido a su alto grado de contaminantes: partículas metálicas, piedras, botellas, cintas, trapos, cuerdas y materiales plásticos (Aguilar, 2004).

Para solucionar este inconveniente es necesario que los procesos de fabricación sean los más acordes para poder eliminar estas sustancias contaminantes de la fibra secundaria, aunado a estrictos controles de calidad durante y posterior al proceso. También debe atenderse el costo y el impacto en el medio ambiente, en un mercado en el cual las empresas deben incentivar

la recolección, la selección y el aprovechamiento de esas fibras, así como la solución de los problemas específicos que originan (Aguilar, 2004). Esta última parte es fundamental porque de allí se puede clasificar según tipo, procedencia y calidad la fibra secundaria que se utilizará en el proceso.

Para el control del proceso se requiere realizar diversos ensayos que determinen la calidad del papel que provienen de fibra secundaria. Las pruebas a realizar se describen en la Tabla 3.

Tabla 3.

Ensayos a realizar para el control de calidad del papel reciclado.

ENSAYOS		CARACTERÍSTICAS
Ensayos de carácter general	<i>Gramaje</i>	El peso base o gramaje expresa el peso del papel por unidad de superficie, generalmente se emplea el sistema métrico, expresándose entonces en gramos por metros cuadrados. Su determinación esta normalizada según ASTM D-646-50, Tappi 410 m-45 y Afnor Q 01003.
	<i>Humedad</i>	Es el contenido de agua que tiene el papel. Para determinar la humedad, se somete el papel previamente pesado a estufa de 100-105°C durante 30-40min hasta peso constante. La importancia de la humedad es decisiva, si se tiene en cuenta que las propiedades mecánicas son función de la humedad del papel, y esta, a su vez, de la humedad del medio ambiente. las normas a utilizar son ASTM D 644-44, Tappi T 421 m-44, Afnor Q03-003 y Scan P-4-63.
Ensayo de resistencia	<i>Resistencia a la tensión</i>	Se llama resistencia a la tensión al esfuerzo necesario y suficiente al que tiene que ser sometida la muestra de papel para producir ruptura por estiramiento bajo ciertas condiciones estandarizadas. La descripción del método esta normalizada en: ASTM D828-48, Tappi T404-m-50, Afnor Q 03-004 y Scan P-16-65. Existen unos factores que influyen en la longitud de la ruptura: - <i>Humedad del ambiente</i> : La carga de ruptura disminuye al aumentar la humedad, dentro de los límites que son normales en el ambiente. - <i>Grado del calandrado</i> : El calandrado favorece la longitud de la ruptura. - <i>Sentido de fabricación</i> : La longitud de ruptura es mayor en el sentido de fabricación que en el transversal. - <i>Refino</i> : A medida que aumenta el retiro, aumenta la longitud de ruptura, que llega a un valor máximo, pasado el cual comienza a disminuir, aunque el refino siga aumentando. - <i>Naturaleza de las fibras</i> : Por este orden: químicas, semiquímicas y mecánicas; dentro de este orden, las de fibra dan mejores cargas de ruptura que las de fibra corta. Las cargas minerales disminuyen la longitud de ruptura.
Ensayos sobre el aspecto del papel	<i>Espesor</i>	La superficie del papel no es perfectamente plana; presenta ondulaciones por las dos caras, que, además de ser causa de una diferencia en el gramaje, lo es también en el espesor. Al tacto se reconoce el espesor del papel, diciendo que tiene mucha mano o poca mano o cuerpo.

Fuente: (Reyna, Robles, Toyohama, & Canales, 2014)

En efecto, el control de calidad también puede realizarse durante el proceso de fabricación. Por tal motivo en la Figura 1 se detallan los pasos principales para la realización del papel reciclado.

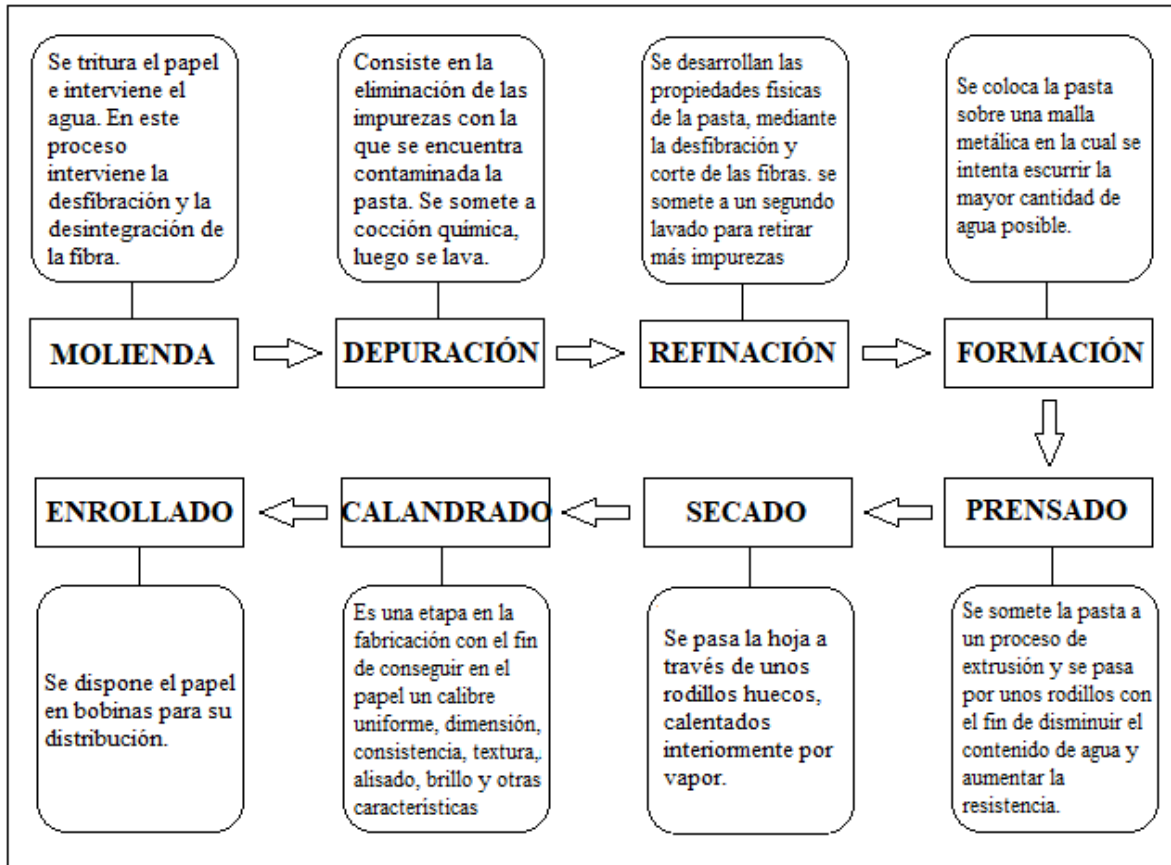


Figura 1. Proceso de fabricación de papel. Fuente: (Ospina, 2015; Mentado, 2015)

Este proceso reflejado en la Figura 1, es realizado por una trituradora de papel que tiene funciones electromecánicas con la ayuda de operadores que permiten su correcto funcionamiento. La máquina cuenta con una tolva de alimentación donde está el papel reciclado, la cual cae a una licuadora industrial que se encarga de triturar el papel. Esta licuadora está conectada a un tanque de agua por medio de bombas, donde una de ellas suministra el agua para que se lleve a cabo el proceso de licuado, la misma debe ser el doble o el triple del porcentaje de papel expresado en litro. Luego la pulpa es vertida a un tanque donde se enciende la segunda bomba con el fin de agregar más cantidad de agua a un nivel estipulado. Este tanque tiene una compuerta que se abre para dejar salir la mezcla sobre una banda transportadora. Esta última tiene un tamiz (malla fina) para que pueda adherirse a ella la pulpa de papel. Seguidamente, pasará por el proceso de prensado a través de una serie de

rodillos. Para el proceso de secado se realiza a través de una plancha. Una vez finalizada esta fase, se procede a realizar los cortes del papel, mediante el uso de una guillotina el cual cortara el papel según lo estipulado por el usuario. Esta máquina se puede observar en la Figura 2.

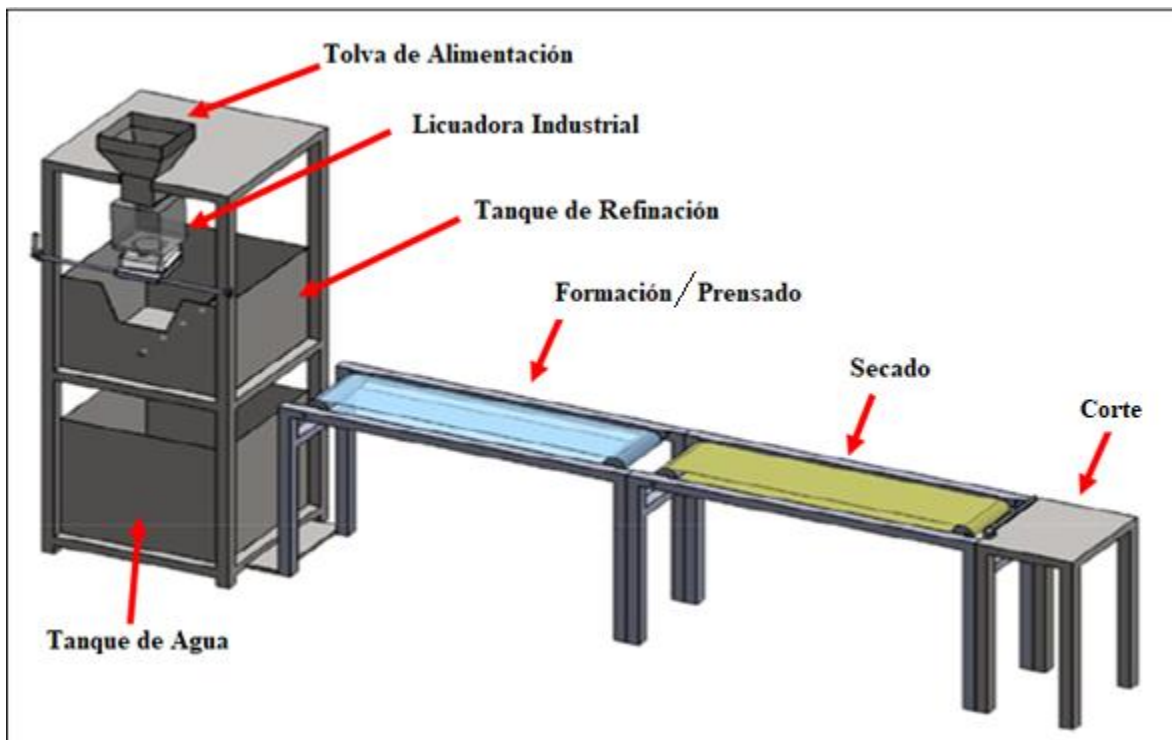


Figura 2. Diseño de la trituradora de papel. Fuente: (Mendoza & Serrano, 2016)

Componentes electrónicos necesarios para la automatización.

En la actualidad existe muchos procesos que requieren de mejorar con la finalidad de obtener una mayor productividad. Para ello se utiliza la automatización de los procesos con el fin de que el mismo sistema genere su funcionamiento con la menor presencia de la mano del hombre. Según Gutiérrez (1994) “el concepto de automatización (del griego *autos* que significa *por sí mismo* y *maiomai* que significa *lanzar*) corresponde a la necesidad de minimizar la intervención humana en los procesos de gobierno directo en la producción, vale decir, ahorrar esfuerzo laboral” (Nieto, 2006). Para este proyecto se utilizará la automatización parcial. En esta la máquina realiza varias operaciones en secuencia y de

forma autónoma, pero necesita de la intervención humana para poner y retirar piezas (Ruedas, 2010).

Así mismo, el desarrollo de esta automatización parte por el análisis electrónico necesario para tal fin. Para ello se recurre a un diagrama de bloques que especifica el desarrollo electrónico que permitirá el funcionamiento de la trituradora. Este se puede observar en la Figura 3.

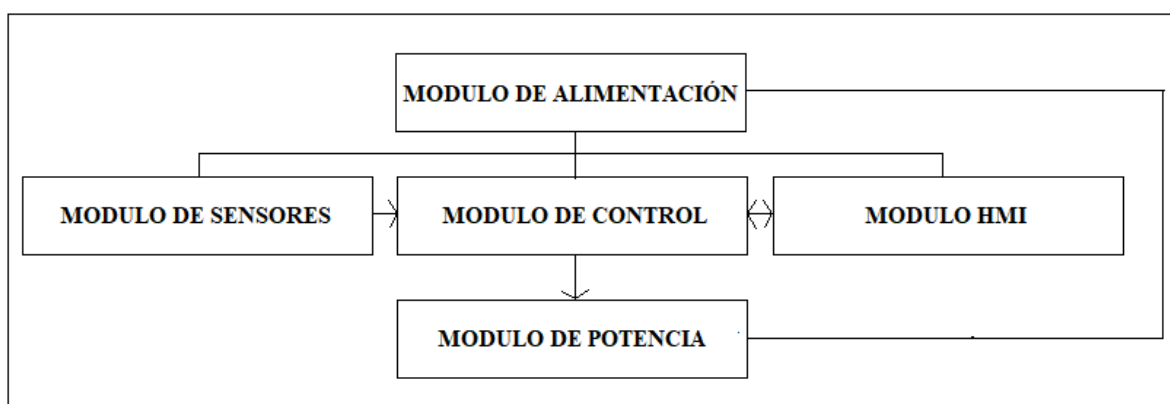


Figura 3. Diagrama de bloques para el proceso de automatización de trituradora de papel. Fuente: (Mendoza & Serrano, 2016)

Módulo de alimentación.

La finalidad de este modulo es poder suministrar las tensiones necesarias en cada uno de los equipos que formaran parte de la máquina. Constará con un circuito electrónico que permitirá transformar la corriente AC en un voltaje o corriente AC o DC, que depende del equipo a utilizar. Para la alimentación del sistema se utilizó dispositivo 5V LM317T, reforzadas con un transistor de potencia TIP42C. El circuito electrónico se puede visualizar en la Figura 4.

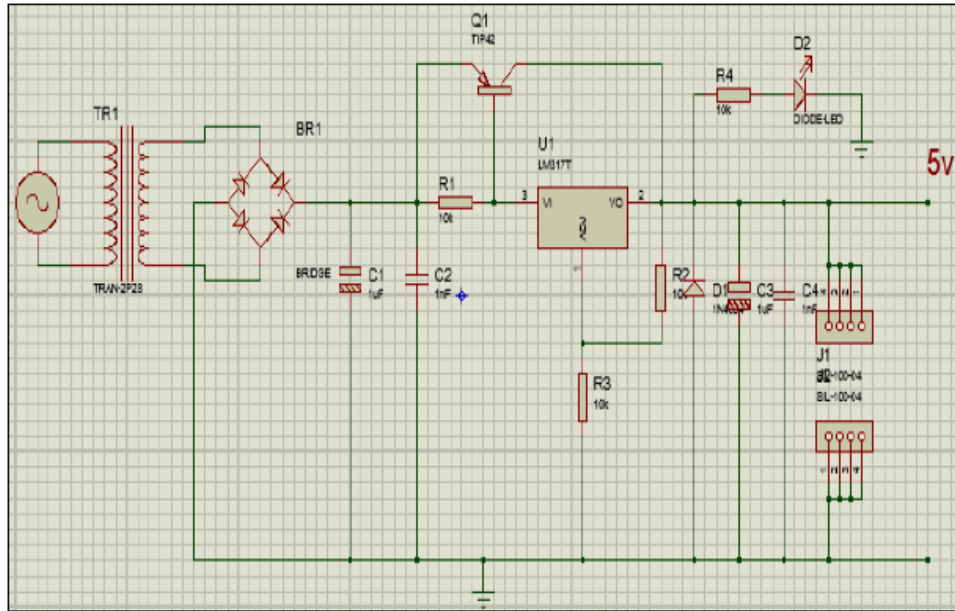


Figura 4. Circuito de la fuente de alimentación. Fuente: (Mendoza & Serrano, 2016)

Módulo de sensores.

Este módulo enviara la señal al modulo de control para que éste tome la decisión, según el protocolo utilizado por el usuario a través del módulo HMI, y ejecute la acción. Este permitirá controlar el sistema de corte, pues usando tres fotorresistencias, se mantendrá controlada la llegada del papel. En la Figura 5 se puede observar el diagrama de flujo del sensor.

Modulo HMI.

Este módulo permite la interfaz entre el usuario y la trituradora, donde se colocarán los comandos que permitirán el funcionamiento adecuado de la máquina. Con este módulo y la ayuda del microcontrolador se ajusta la visualización del display para que se pueda configurar los parámetros. Además, permite controlar de una manera más sencilla y confiable todo el proceso de la fabricación de papel, en este bloque se podrá visualizar la inicialización del proceso, monitorear en qué fase está la producción, así como también poder configurar la mayoría del sistema, como por ejemplo el inicio del proceso y la elección del tamaño de corte del papel.

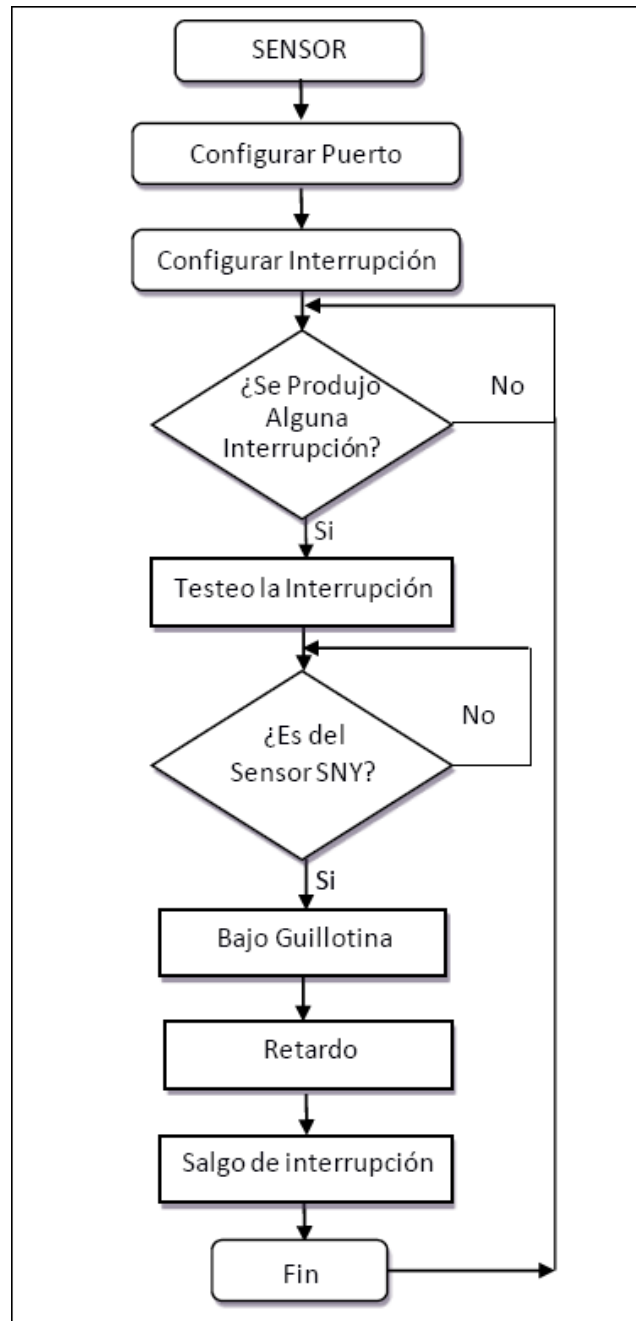


Figura 5. Diagrama de flujo del sensor. Fuente: (Mendoza & Serrano, 2016)

De la misma forma, el componente principal lo conforma una pantalla líquida de cristal (LCD) de 16x2 el cual es el encargado de mostrar las opciones y acciones del sistema y a su vez integrados unos pulsadores para la elección de dicha acción. La LCD está conectada al microcontrolador por medio de sus pines RD2, RD3, RD4, RD5, RD6 y RD7 respectivamente. En la Figura 6 se puede visualizar el circuito del módulo HMI.

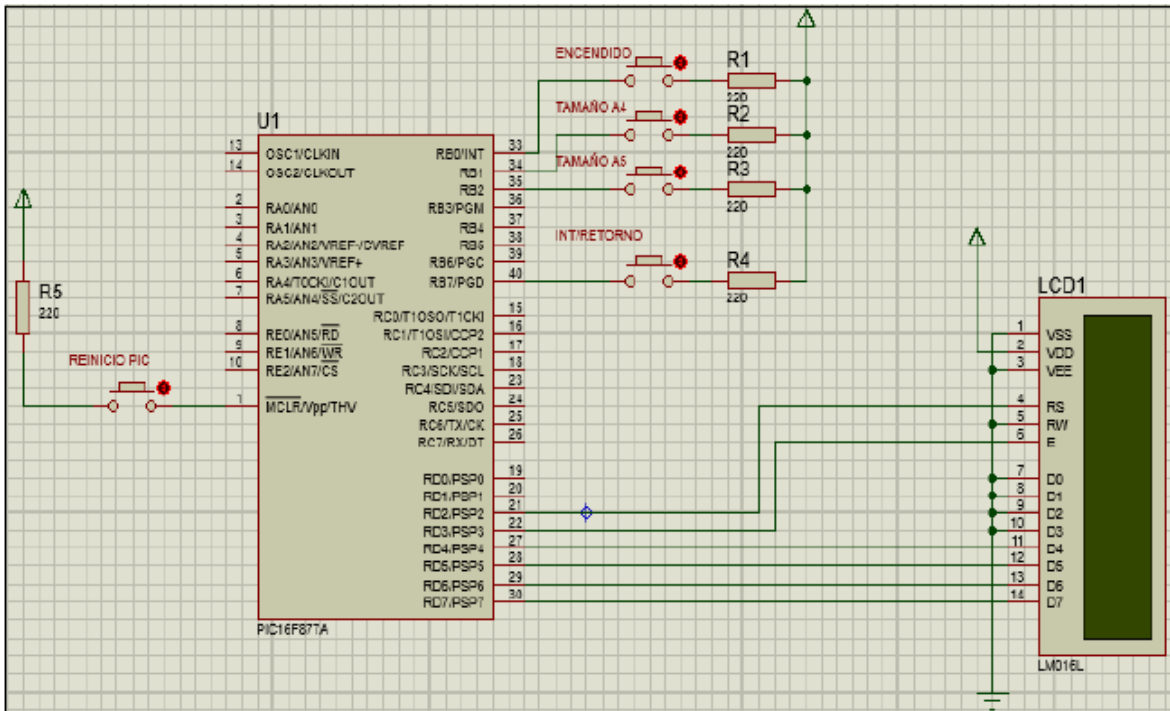


Figura 6. Circuito del módulo HMI. Fuente: (Mendoza & Serrano, 2016)

Módulo de potencia.

Este módulo es de vital importancia porque es el que ejecutará el mandato realizado por el módulo de control, la cual consiste en activar los motores de molienda, como de mezclado y el de las bandas que incluyen la formación, prensado y secado. También tendrá el mando de corte del papel después de su fabricación. El circuito está constituido por un controlador, una resistencia, un optoacoplador, un relé, licuadora y motores de corriente continua. En la Figura 7 se puede detallar el circuito del módulo de potencia.

Módulo de control.

Este módulo es el cerebro de la trituradora porque recibe señales por parte de los sensores y del módulo de HMI y manda ordenes al módulo de potencia y comunica al módulo HMI. Este módulo está constituido por un microcontrolador que dependiendo del modelo se podrá contar con una variedad de opciones para realizar y llevara a cabo todo el sistema de control, gracias a que posee un gran desempeño y confiabilidad a la hora de realizar la tarea para la

cual fue programado que esta ocasión es la de monitorear tanto el sincronismo de los elementos y el manejo de los diferentes motores. El mando lo ejecuta un microcontrolador PIC16F877A, que está programado por medio de la implementación del lenguaje de bajo nivel. El diagrama de flujo se detalla en la Figura 8.

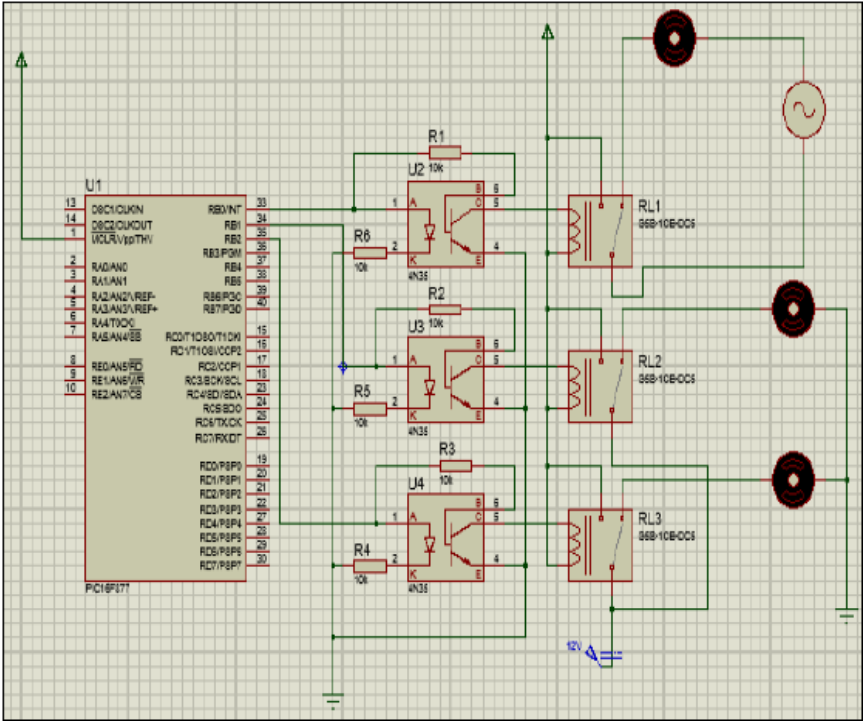


Figura 7. Circuito del módulo de potencia. Fuente: (Mendoza & Serrano, 2016)

Por lo tanto, para un correcto funcionamiento de la trituradora se debe implementar un circuito electrónico que permita la automatización y por ende la menor presencia de mano de obra del hombre en el proceso y con ello un aumento de la productividad que irá en función de la disminución del impacto ambiental que genera este equipo. Este equipo también formará la conciencia ambiental del nuevo hombre en la sociedad permitiendo integrar la alta tecnología son un respeto al ecosistema, aprovechan la sostenibilidad y sustentabilidad que ofrece. En la Figura 9 se puede observar el circuito electrónico de la trituradora automatizada.

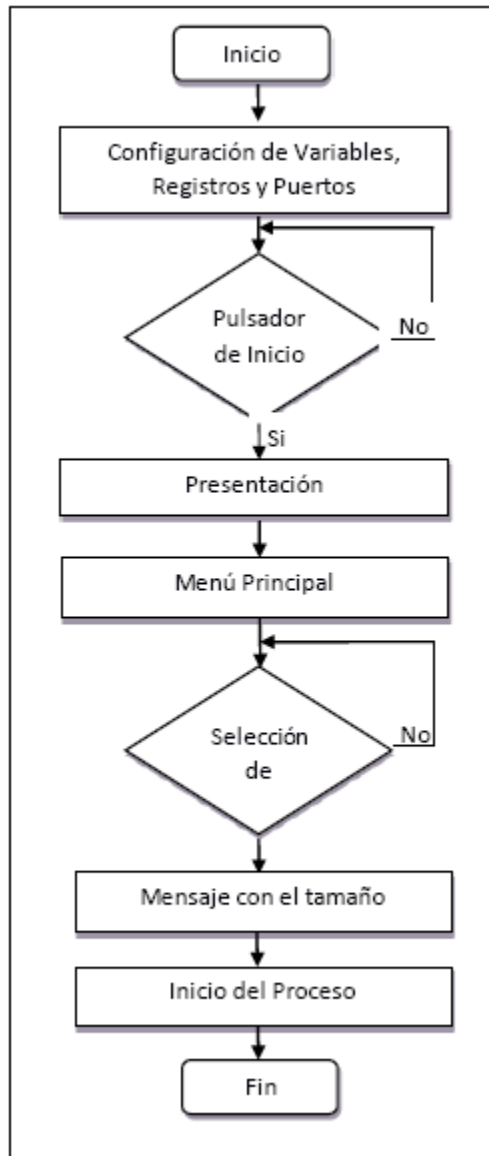


Figura 8. Diagrama de flujo del módulo de control. Fuente: (Mendoza & Serrano, 2016)

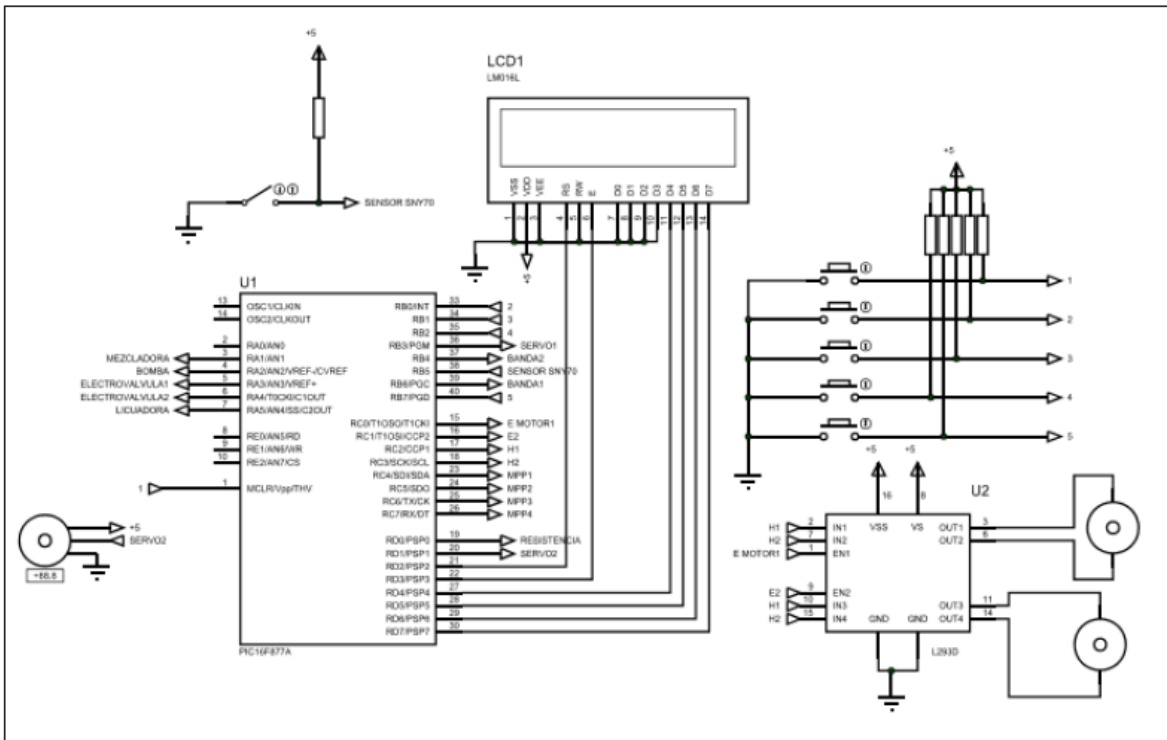


Figura 9. Circuito electrónico de la trituradora automatizada. Fuente: (Mendoza & Serrano, 2016)

Discusión y conclusiones

El reciclado forma parte importante en la cotidianidad del ser humano desde hace un tiempo debido a la generación exponencial de contaminación e impacto ambiental que ha producido muchos de los avances tecnológicos e industriales ejecutados por la mano del hombre, los cuales se han evitado a través de la teoría de las 3 R. Esta situación ha permitido cambiar los paradigmas conductuales de los individuos, donde han presentado resistencia por múltiples factores, pero que la necesidad de mutar ha impulsado estos nuevos cambios.

Dentro de estos parámetros de las 3 R se encuentra la producción de papel, donde esta puede reducirse, reutilizarse y reciclarse. Existen muchas aplicaciones del papel reciclado, pero uno de ellas es el proceso de conformado de cartones corrugados los cuales sirven de medios de embalaje para diversas áreas. El proceso de producción consiste principalmente de molienda, mezclado de las fibras secundarias, formado, prensado, secado y cortado. Todas son

importantes para medir la calidad por que a su vez depende del tamaño de las fibras y de la humedad presente en el papel.

Los procesos rudimentarios son la base fundamental de esta fabricación donde depende mucho de la mano del hombre, generando excesivas horas de producción, estrés laboral, mala calidad del papel y baja productividad. Es por ello, que la automatización juega un papel importante para modificar estas situaciones otorgando un mejor papel debido al control de los parámetros del proceso. Para ello, la automatización de una máquina es fundamental para la consecución del objetivo de la investigación.

Por lo tanto, para la implementación de la automatización se requiere que se utilicen: módulos de alimentación, que permite ofrecer las corrientes y voltajes necesarios para los componentes electrónicos y los actuadores eléctricos; módulo de sensores, que concede verificar la presencia de papel en la zona de corte; módulo HMI que fomenta la interacción del usuario con la máquina donde se podrá observar o modificar el control del proceso; módulo de potencia la cual esta regido por los relés y optoacoplador que permite suministrar la energía a los motores de la licuadora y a las bandas, así como a las bombas de los tanques; y por ultimo el módulo de control ejercido por microprocesador PIC16F877A que servirá de cerebro para manipular todos los componentes que conforman la trituradora automatizada.

Referencias

- Aguilar Luzón, M. d., Monteoliva Sánchez, A., & García Martínez, J. M. (2005). Influencia de las normas, los valores, las creencias proambientales y la conducta pasada sobre la intención de reciclar. *Medio Ambiente y Comportamiento Humano*, , 6(1), 23-36.
- Agular, N. (2004). El reciclado de papel y cartón. *Elementos* 53, 54-56.
- Breiting, S. (1997). Hacia un nuevo concepto de educación ambiental. *Carpeta informativa del CENEAM*, 1-8.
- Castro Fernández, J. A. (2009). Desarrollar la cultura de reciclaje: tarea de todos. *Innivación y experiencias educativas*, 1-10.

- Chacón, M., Pacheco, A., Cendejas, M., & Ortega, F. (2016). Tendencia del crecimiento en la cultura del reciclaje. *Revista de Ciencias Ambientales y Recursos Naturales*, 63-72.
- Chas, M., & Lorenzo, M. (1997). EL RECICLAJE DE PAPEL Y CARTÓN EN LA UNIÓN EUROPEA. *In Congresos Forestales*, 147-152.
- Corraliza, J., & Martín, R. (2000). Estilos de vida, actitudes y comportamientos ambientales. *Medio Ambiente y Comportamiento Humano*, 31-56.
- Escudero P., M. N. (2015). *Materiales ecológicos a base de papel y cartón reciclado*. Nacualpan de Juárez, México: Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Arquitecto del Instituto Politécnico Nacional.
- Henao, D. (2013). *RECOLECCIÓN, MANEJO Y DISPOSICIÓN FINAL DE PAPEL RESIDUAL Y CARTÓN*. Bogotá - Colombia: Desarrollo Organizacional Universidad Nacional de Colombia.
- Lara, J. (2008). Reducir, reutilizar y reciclar. *Elementos* 69, 45-48.
- Mendoza, M., & Serrano, J. (2016). *DISEÑO DE UNA MAQUINA AUTOMATIZADA PARA LA PRODUCCIÓN DE PAPEL A TRAVÉS DEL PROCESO DE RECICLADO PARA EL LABORATORIO DE TECNOLOGÍA Y MANUFACTURA DE LA UNEXPO NUCLEO CARORA*. Carora, Venezuela: Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Mecatrónico de la Universidad Nacional Experimental Politecnica "Antonio José de Sucre".
- Mentado, I. (2015). *Propuesta para la certificación del Sistema de Gestión de la Calidad (SGC) para el laboratorio de pruebas de una planta de fabricación de empaques de cartón corrugado*. México, D. F. - México: Tesis de Grado - INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL.
- Nieto, E. C. (2006). Manufactura y automatización. *Ingeniería e Investigación*, 26(3), 120-128. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/643/64326315.pdf>
- Ospina, J. (2015). *Fundamentos de envases y embalajes*. Barranquilla - Colombia: Corporación Universidad de la Costa.
- Parella Stracuzzi, S., & Martins Pestana, F. (2010). *Metodología de la investigación cuantitativa*. Caracas, Venezuela: FEDUPEL, Fondo Editorial de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador.
- Reyna, L., Robles, R., Toyohama, L., & Canales, V. (2014). *Elaboración de papel cartón a partir de papel reciclado*.

Ruedas, C. (2010). *Automatización Industrial: Áreas de aplicación en la Ingeniería*. Boletín Electrónico, 10. Facultad de Ingeniería - Universidad Rafael Landívar. Obtenido de https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/52296501/Automatizacion_Industrial.

Sánchez Castañeda, J. (2014). Contextualización y enfoques en el estudio de comportamientos proambientales o ecológicos con miras a la perfección del consumidor verde. *Suma de Negocios*; 5(10), 34-39.