

Control automático de corte en una sierra escuadradora para modulares de madera

Fernando Jácome¹, Yolanda Getial², Henry Osorio³, Gabriela Vera⁴

^{1,2,3,4} Instituto Tecnológico Superior Rumiñahui – Carrera de Tecnologías Superior en Electricidad, Sangolqui – Ecuador
fernando.jacome@ister.edu

Resumen: Las micro empresas dedicadas a la fabricación de muebles para modulares lo han venido haciendo de una forma manual, siendo este el principal inconveniente para la producción de dichos productos. Con el fin de dar solución a esta problemática que atravesaba la microempresa se implementó una sierra escuadradora semiautomática. El presente proyecto tuvo como objetivo automatizar el accionamiento de una sierra para cortes en madera, que se prepara para el ensamblaje de muebles modulares. El método utilizado para lograr el resultado favorable se realizó mediante el diseño mecánico, en función de lo que la microempresa requería con la fabricación de una estructura metálica como mesa, y posterior a eso, la implementación de los equipos eléctricos y electrónicos. Una vez ya concluido la parte de la implementación de los equipos eléctricos y electrónicos se procedió a la automatización mediante el uso de un PLC LOGO v8.3 de la marca Siemens y una pantalla HMI de la marca KINCO, con esto se logró mejorar el proceso de la producción ya que mediante la pantalla se pudo digitar parámetros como son el número de cortes y tamaño de los mismos.

Palabras clave: Automatización de Sierras; Controladores Lógicos Programables; Cortes de madera.

Automatic control of cuts in a sliding table saw for modular wood

Abstract: The micro companies dedicated to the manufacture of modular furniture have been doing it in a manual way, being this the main inconvenience for the production of these products. In order to solve this problem, a semi-automatic sliding table saw was implemented. The objective of this project was to automate the operation of a saw for wood cutting, which is prepared for the assembly of modular furniture. The method used to achieve the favorable result was done through the mechanical design, according to what the microenterprise required with the manufacture of a metal structure as a table, and after that, the implementation of electrical and electronic equipment. Once the implementation of the electrical and electronic equipment was completed, we proceeded to the automation through the use of a Siemens PLC LOGO v8.3 and a KINCO HMI screen, with this we were able to improve the production process since the screen could be used to enter parameters such as the number of cuts and their size.

Keywords: Saw Automation; Programmable Logic Controllers; Wood Cuts.

1. INTRODUCCIÓN

Las sierras circulares de mesa se han vuelto los mejores aliados para el proceso de la madera, ciertas industrias dedicadas a este oficio han optado por mejorar la producción de mueblería mediante la implementación de estructuras en hierro para ser utilizadas como mesa de la sierra de banca, en estas estructuras también tienen

implementado un tornillo sin fin para poder desplazar una parte móvil de la mesa cuando sea necesario. (Orlowski, Dudek, Chuchala, Blacharski, & Przybylinski, 2020)

Con el fin de complementar la estructura de la mesa de sierra, la misma también cuenta con un brazo robótico que sirve para realizar movimientos lineales o peligrosos para el

operador, en el caso de la sierra, este elemento puede ser manipulado ya sea de forma manual o automática, posicionamiento en la distancia requerida y sujetar el tablero que se procesa. Este aparato es muy importante en las industrias ya que sirven para realizar distintas actividades y remplazan al ser humano, se los utiliza en el área doméstica, entornos peligrosos y delicados como es el área de la salud. (Gautam, Gedam, Zade, & Mahawadiwar, 2017)

Con el avance de la tecnología hoy en día se puede diseñar o implementar equipos con más precisión de medida, los encoder magnéticos son ideales para controlar y determinar una medida exacta mediante movimientos giratorios, se puede realizar conteos de cada giro que este realiza en un determinado tiempo y tomar como referencia para una medida exacta como es en el caso de cortes en madera. (Desbiolles & Friz, 2007)

Para el desarrollo y funcionamiento, este tipo de maquina requiere la implementación de protecciones correctamente dimensionadas, contactores y conductores de acuerdo a la corriente que circule por el circuito. Estos equipos deben estar correctamente ubicados en un lugar seguro como los gabinetes industriales, de esta manera estarán menos expuestos a ocasionar algún tipo de accidente y protegidos del deterioro que puede ocasionarle el ambiente. (Dr. Nagham , Dr. Afaq , & Alaa Hamza , 2021)

Actualmente existen maquinas como las sierras de banca automatizadas que permiten mejorar la

producción de muebles para modulares, el proceso de automatizado lo realizan mediante el uso de equipos electrónicos como los sensores de distancia, sensores inductivos, capacitivos, PLC LOGO v8.3 de la marca Siemens y HMI, mediante la pantalla permite digitar parámetros y facilita el trabajo al maquinista. (Suthar, 2016)

También existen las llamadas sierras de cinta, esta herramienta esta adecuada para procesar la materia prima como son los troncos de árboles y tablones, dejando así tablas y planchas con menores dimensiones para poder seguir avanzando con el proceso mediante las sierras de banca. (Sysala, Stuchlík, & Neumann, 2019)

En las industrias dedicadas a la fabricación de muebles para modulares y todo lo que se relaciona con la madera han optado por reemplazar maquinas manuales por maquinas automatizadas, haciendo de alguna manera que el proceso de esta materia prima sea más eficiente y evite el esfuerzo del operario de dicha herramienta. Hoy en día muchas de las sierras de mesa son automatizadas, esto permite aumentar la producción y perfeccionar los cortes de diferentes medidas con las tecnologías que se implementan en las sierras, disminuye la demanda de la mano de obra de los maquinistas. (Jaroslav Cervenka, 2009)

Hoy en día existe una variedad de máquinas en el mercado que suelen ser usadas en construcciones y también en talleres de carpintería, son útiles para dar forma a ciertos objetos y realizar cortes con precisión. Con el avance de la tecnología en

la actualidad ya existen maquinas inteligentes que realizan cortes de manera semiautomática y automática, la estructura de estas mesas es diseñadas y fabricadas en hierro, esto con el fin de evitar daños en la estructura por el peso que esta soporta al momento de realizar trazos en madera. La demanda de este material a aumentado en el mercado, por lo que las industrias dedicadas a brindar este servicio se han visto en la necesidad de innovar el proceso para ampliar la producción y ahorrar recursos. (Department of Mechanical Engineering, Teerthanker Mahaveer University, Moradabad, Uttar Pradesh, 2022)

Se han desarrollado diseños giratorios de máquinas para realizar cortes en diferentes ángulos en madera y aluminio, implementación de seguridad como sensores con radiación electromagnéticas que detecten piel humana, esto sería una de las alternativas para evitar los altos índices de accidentes ocasionados por la manipulación de estas máquinas, sufrir cortes, o en el mayor de los casos la amputación de una extremidad. (Jawad , Ahmed , & Mohamed, 2018)

Para el proceso de la madera implica un sinnúmero de actividades, desde la producción de la madera y posterior la tala de árboles para luego ser procesados con herramientas adecuadas, cabe recalcar que para la tala de los árboles se utiliza la sierra de cadena debido a que es una herramienta portátil y adecuada para dicho proceso, para la fabricación de muebles y todo lo relacionado con la madera se utiliza sierras de banca manuales y

automáticas, mediante las mismas facilita la producción de dicho material. Se debe tomar en consideración que la tala de árboles indiscriminadamente causa la escasez de este producto y atentan contra la vida de los seres vivos y su ecosistema. (Muthike, Kanali, & Shitanda, 2013)

Para la seguridad de quienes operan este tipo de herramientas como las sierras automáticas y semiautomáticas, hoy en día existen métodos para implementar dispositivos de seguridad con el fin de mitigar el riesgo que conlleva esta actividad. (Cavedo, Esmaili, & Norgia, 2023)

2. METODOLOGÍA

2.1. Materiales

La microempresa LC Modulares presentaba un problema en el proceso de fabricación de muebles para modulares, esto debido a que contaban con una sierra de banca netamente manual con estructura de madera, impidiendo la producción de este material, para la elaboración de este producto utilizaban flexómetros para medir el trazo en el tamaño deseado, posicionamiento de la regla móvil y posterior a eso colocar el tablero con la ayuda de dos operarios. Con el fin de dar solución a esta problemática se propuso cambiar la estructura de la mesa de madera por una mesa de hierro, automatizar la sierra y mediante la misma digitar parámetros como numero de cortes y tamaño de los mismos. Para la implementación de este proyecto se realizó un plano con las

respectivas dimensiones en función de lo que la microempresa requería, la mesa fue diseñada con el propósito que pueda sujetar tableros de tamaño comercial, estos tienen una longitud de 1,20 m por 2,40 m.

La mesa fue diseñada con el fin que pueda sujetar tableros comerciales, tiene una longitud de 1,20m por 2,40m, está formada por dos partes una parte fija que sujeta el tablero al momento de realizar los trazos, y una parte móvil que se extiende si el tablero a procesar es de tamaño comercial, en la Fig. 1 se puede observar el plano mecánico de la mesa utilizada para la sierra.

2.2. Selección y adquisición de elementos

Para la implementación y puesta en marcha de este proyecto se utilizó un gabinete industrial de doble fondo donde están adecuadas cada uno de los implementos tanto eléctricos y electrónicos, protección general, protecciones individuales, contactores, Fuente de Voltaje DC, Controlador Lógico Programable (PLC) marca Siemens modelo LOGO, pantalla táctil de interfaz hombre maquina (HMI) y sensores. También, se utilizó un motor AC de 5 hp para el funcionamiento de la sierra y un motorreductor DC de ¼ hp, el mismo esta implementado para realizar el movimiento de la regla móvil hacia adelante y hacia la parte posterior, esto dependiendo del tamaño del corte que se requiera.

En este gabinete están adecuados cada uno de los implementos eléctricos que se utilizó para la implementación y puesta en marcha el proyecto de la sierra escuadradora, en la siguiente Fig. 2, se indica la parte frontal del gabinete con la pantalla táctil HMI marca KINCO con luces pilotos indicadores de encendido de la sierra, un interruptor y un paro de emergencia. Tanto el interruptor como el paro de emergencia están conectados en serie a la bobina del contactor general con el fin de dar de baja al circuito de mando y el de fuerza en caso de suscitarse algún inconveniente.

Para la medición de distancia se utilizó el sensor Sharp GP2Y0A21YK0F el cual se implementó para medir la distancia entre la regla móvil y la sierra. Cuenta con tres terminales de conexión y se alimenta con un voltaje de 4 V a 5 V por lo que se implementó una fuente reguladora de voltaje. En la Fig. 3 se puede observar al sensor de distancia y en la Tabla 1 se pueden observar las características técnicas.

El Sensor Inductivo de presencia LJ12A3-BX NPN se ubicó a un costado de la mesa para detectar únicamente el metal. Estos dispositivos cumplen la función de finales de carrera evitando que la regla móvil sobrepase el límite de la posición, ya que esta realiza movimientos hacia la derecha y hacia la izquierda. En la Fig. 4 se puede observar al sensor inductivo de presencia y en la Tabla 2 se pueden observar las características técnicas del sensor inductivo de presencia.

El sensor capacitivo LJC18A3-8Z/BY es un dispositivo que detecta objetos no metálicos. Se alimenta a un voltaje de 6 a 36V y tiene un rango de medida a 5mm de distancia. Este sensor está implementado en la parte inferior de la mesa y cerca de la sierra, realiza el conteo de cada uno de los cortes que ya son procesados. En la fig. 5 se puede observar al sensor capacitivo.

El procesamiento de señal proporcionada por los sensores, pulsadores o sistema HMI está compuesto por un Logo Siemens 12/24 RCE de Siemens, el cual se conecta directamente con el módulo AM2 RTD marca SIEMENS encargado de procesar la información proveniente del sensor de temperatura PT100. Las características del controlador se muestran en la Tabla 3.

Entre los actuadores se dispone de electroválvulas que cumplen con la función de trasvase desde el tanque de pre-cocción y la recirculación del mosto. Las características técnicas de la electroválvula se encuentran en la Tabla 4.

2.3. Diseño del sistema de control y monitoreo.

Se realizó el cálculo de la corriente de cada una de las cargas para identificar y seleccionar el calibre de conductores y las protecciones en cada uno de los circuitos, la corriente total del circuito es de 33A, corriente del circuito de la sierra 25A, corriente del circuito de control 8A, en función de la corriente total y de cada uno de los circuitos. En la Fig.6 se puede observar las conexiones del

sistema de control y de fuerza utilizado para los cortes de madera para modulares.

Mediante el software KINCO TOOLS se programó a la pantalla táctil HMI con cuatro pantallas, y mediante estas, configurar los parámetros de los cortes a realizar, ya sea en el modo semiautomático o el modo manual. Se creó una pantalla inicial para seleccionar modo de funcionamiento, una segunda para las instrucciones de funcionamiento manual y automático, una tercera pantalla para el proceso manual y otra para la función semiautomático. En la siguiente pantalla inicial, el operador puede seleccionar el modo de funcionamiento que se requiera, ya sea para el proceso manual o semiautomático. En la Fig. 7, se puede visualizar la pantalla inicial del sistema HMI.

En la Fig.8, se muestra la pantalla que indica el modo de funcionamiento manual, cuenta con cinco botones para configurar parámetros de cortes donde se visualiza el tamaño y número de cortes. El desplazamiento de la regla móvil se da cuando se presiona el botón adelante, se activa el motorreductor y se desplaza la regla móvil hacia adelante. El mismo proceso se repite presionando el botón atrás, la regla se desplaza hacia la parte posterior quedando en una postura correcta y posteriormente realizar los cortes, una vez ya posesionada la regla móvil se procede a presionar el botón de encendido On/Off para dar inicio al proceso de corte.

La pantalla de funcionamiento semiautomático tiene el botón empezar y los indicadores donde se digita el número de cortes deseados y el tamaño de los mismos, en uno de los indicadores se visualizará los cortes ya procesados y en el otro indica la distancia entre la regla y la sierra. Una vez ya digitado los parámetros de número de cortes y el tamaño, se presiona el botón empezar y se activa el motorreductor, la regla se desplaza dependiendo del tamaño de corte que el operario requiera. Cuando la regla móvil se posesiona en la distancia indicada se detiene y procede a realizar un retardo de 5 segundos y se enciende la sierra, cuando el número de cortes deseados sea igual al número de cortes procesados la maquina se detiene de forma automática. Para volver a realizar el proceso se debe presionar el botón de reset.

En la Fig. 10, se puede apreciar el diagrama de flujo de la lógica del funcionamiento semiautomático.

Diseño de la mesa realizado en el software AutoCAD.

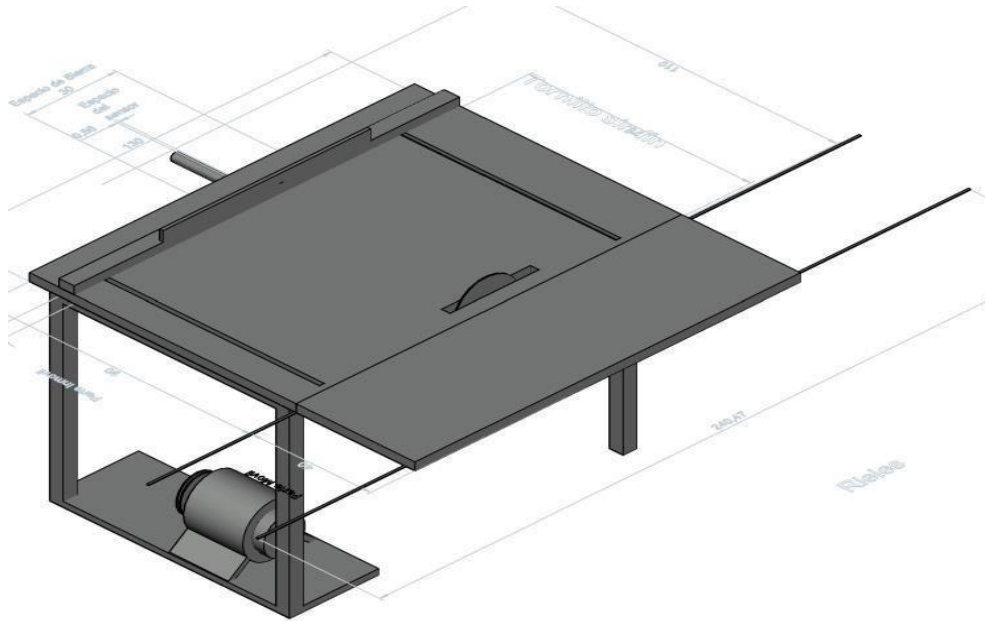


Figura 1: Plano mecánico de la mesa realizado en el software AutoCAD

Gabinete Industrial implementado



Figura 2. Gabinete industrial de doble fondo.

Sensor Sharp analógico de distancia GP2Y0A21YK0F.



Figura 3. Sensor Sharp analógico de distancia GP2Y0A21YK0F.

Sensor Inductivo LJ12A3-BX NPN



Figura 4. Sensor Inductivo LJ12A3-BX NPN.

Sensor Capacitivo LJC18A3-8Z/BY



Figura 5. Sensor Capacitivo LJC18A3-8Z/BY

Plano eléctrico de conexiones del sistema de control

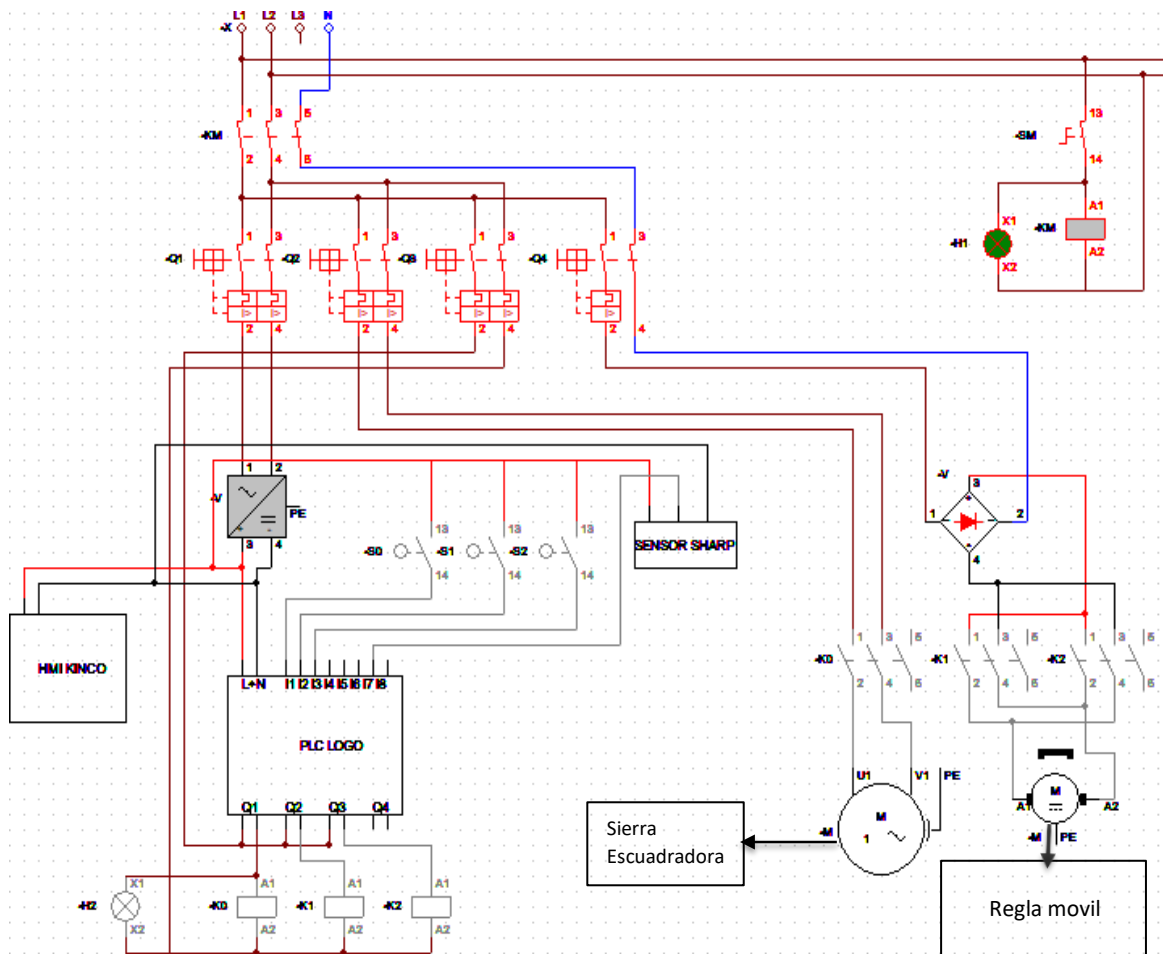


Figura 6. Plano eléctrico de conexiones del sistema de control

Pantalla inicial de modo de operación.



Figura 7. Pantalla inicial de modo de operación.

Pantalla función manual.



Figura 8. Pantalla función manual.

Pantalla función semiautomática.



Figura 7. Pantalla función semiautomática

Diagrama de flujo modo semiautomático.

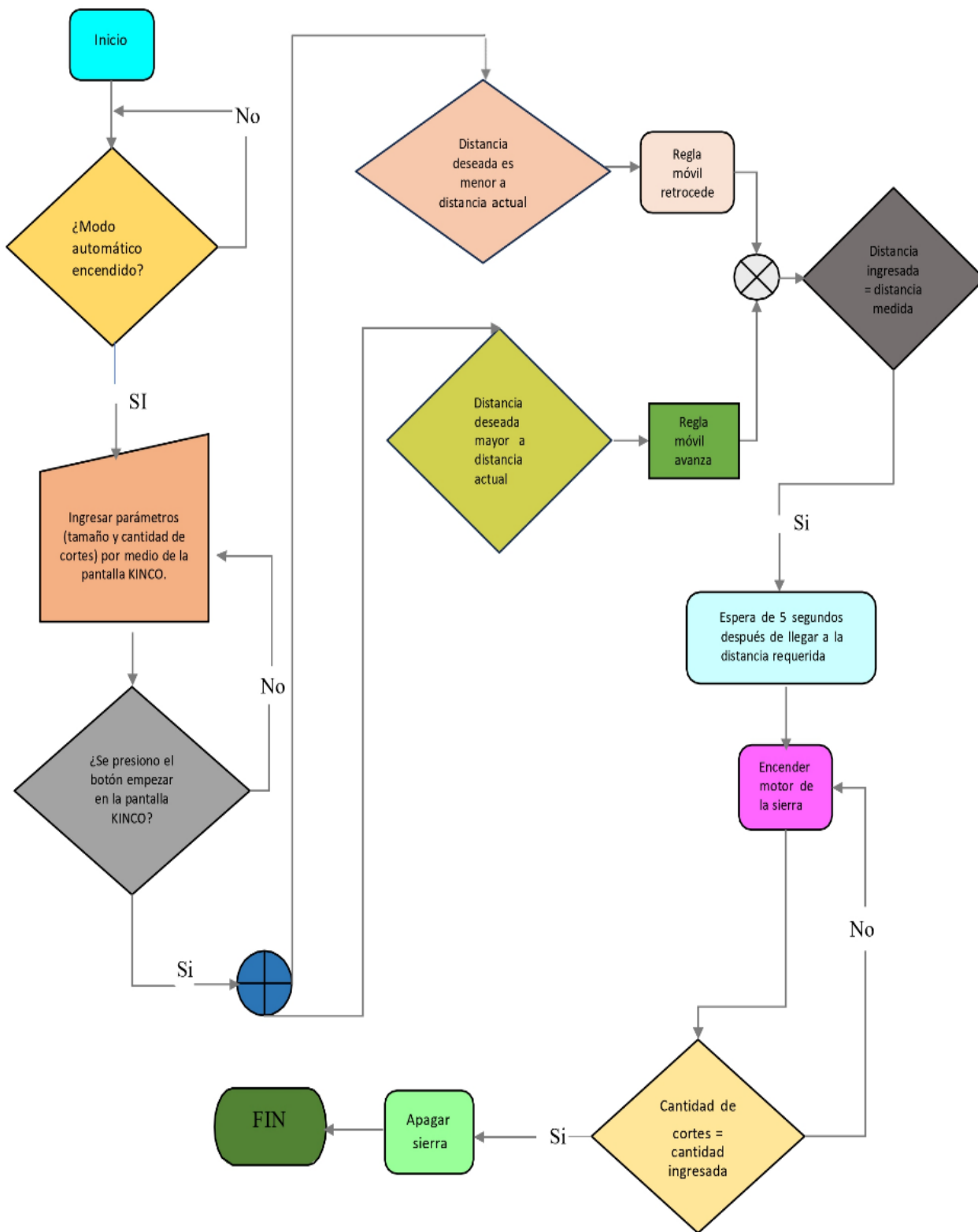


Figura 10. Diagrama de flujo modo semiautomático.

Tabla 1. Características técnicas del sensor Sharp.

Marca	Socle GP2Y0A21YK0F
Voltaje de alimentación	4,5 V - 5V DC
Voltaje de salida	1V - 3,3V
Rango de medida	10 a 80 cm
Dimensiones	29,5 * 13 *13,5 mm

Tabla 2. Características técnicas del sensor inductivo LJ12A3-BX NPN

Marca.	HUCHDD
Voltaje alimentación.	6 a 36V DC
Rango de medida	4mm.
Tipo de salida.	NPN/ N/A.

Tabla 3. Características técnicas del sensor capacitivo LJC18A3-8Z/BY

Marca	LJC18A3-8Z/BY
Indicador	Led rojo
Rango de medida	1mm a 5mm
Voltaje de alimentación	6 a 36V

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Prueba de corte en el modo manual y automático

Una vez concluido el proceso de la implementación eléctrica y posterior la automatización de la misma se procedió a realizar pruebas de campo, tanto en el modo manual como en el automático. Teniendo como resultado los cortes realizados en el modo manual digitando parámetros como es el tamaño y número de los cortes solicitados.

En la prueba realizada desde el modo automático en donde se digita los parámetros requeridos, y posterior a este ingreso, la máquina hace un conteo de 5 segundos y automáticamente se indica el tamaño digitado en la pantalla y el tamaño real del corte ya procesado, se obtuvieron errores de 1 mm.

4. CONCLUSIÓN

Con el diseño e implementación de la sierra se benefició a la microempresa LC Modulares, teniendo como resultado el aumento de la elaboración de muebles para modulares y variedades de actividades que lo realizan con la madera, desplazar el tablero de la mesa para facilitar el proceso de cortes.

Con tablero eléctrico se puede tener el control de cada uno de los componentes que están

implementados para el funcionamiento de la sierra.

Mediante el proceso de automatización se ha logrado mejorar la producción de muebles, y mediante la pantalla se puede visualizar los parámetros del proceso de corte en el modo manual, mientras que en el modo semiautomático permite digitar parámetros como el tamaño y el número de cortes deseados.

REFERENCIAS

Muthike, G., Kanali, C., & Shitanda, D. (7 de Julio de 2013). Comparative analysis of on- farm timber conversion systems in Kenya. *Journal of Horticulture and Forestry*, 7.

Cavedo, F., Esmaili, P., & Norgia, M. (8 de Agosto de 2023). Electronic Safety System for Table Saw. *Electronic Safety System for Table Saw*, 8.

Department of Mechanical Engineering, Teerthanker Mahaveer University, Moradabad, Uttar Pradesh,. (7 de Enero de 2022). Importance of Cutting Using Table Saw in Different Industrial Applications. *Importance of Cutting Using Table Saw in Different Industrial Applications*, 5.

Desbiolles, P., & Friz, A. (2007). Development of High Resolution Sensor Element MPS40S and Dual Track Magnetic Encoder for Rotational Speed and Position Measurement. *Development of High Resolution Sensor Element MPS40S and*

Dual Track Magnetic Encoder for Rotational Speed and Position Measurement, 6.

Dr. Nagham , A. M., Dr. Afaq , J. K., & Alaa Hamza , J. J. (January-April de 2021). Review in Protection of Laboratory and Electrical Equipment in Laboratories and Institutions. Review in Protection of Laboratory and Electrical Equipment in Laboratories and Institutions, 8.

Gautam, R., Gedam, A., Zade, A., & Mahawadiwar, A. (7 de Marzo de 2017). Review on Development of Industrial Robotic Arm. (IRJET, Ed.) International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET), 4.

Jaroslav Cervenka, V. S. (2009). Feed Automation Solutions for Sliding Table Saws. World Academy of Science, Engineering and Technology 58 2009, 2.

Jawad , U., Ahmed , J. Q., & Mohamed , A.-H. (2018). Design of a Saw Cutting Machine for Wood and Aluminum. Design of a Saw Cutting Machine for Wood and Aluminum, 9.

Orlowski, K., Dudek, P., Chuchala, D., Blacharski, W., & Przybylinski, T. (21 de Octubre de 2020). The Design Development of the Sliding Table Saw Towards Improving Its DynamicProperties. applied sciences, 12.

Suthar, R. (13 de December de 2016). Design Development and Manufacturing of Table. Saw for Human Safety, 8.

Sysala, T., Stuchlík, K., & Neumann, P. (2019). The automated system for bandsaw blade properties. The automated system for bandsaw blade properties