

ENVASADORA DE MELAO DE BAJO COSTO CON INTERFAZ HMI

DIEGO ARMANDO GARZON GRANDAS



UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
ESCUELA DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA
ESPECIALIZACIÓN EN CONTROL E INSTRUMENTACIÓN INDUSTRIAL
BUCARAMANGA
2015

RESUMEN GENERAL DE TRABAJO DE GRADO

TITULO: ENVASADORA DE MELAO DE BAJO COSTO CON INTERFAZ HMI.

AUTOR(ES): DIEGO ARMANDO GARZON GRANDAS.

FACULTAD: Esp. en Control e Instrumentación Industrial

DIRECTOR(A): JUAN CARLOS VILLAMIZAR.

RESUMEN

El proyecto de la envasadora de melao parte de un proyecto de emprendimiento empresarial creado por el autor, Industrias Panelsan, que se dedica principalmente a la elaboración de melao de panela o panela líquida y con esta parte la necesidad de envasar el producto en las diferentes presentaciones comerciales de manera automática. En este proyecto se construyó un prototipo de una envasadora de melao automatizada de bajo costo con interfaz HMI, donde su función principal es llenar los diferentes envases de manera automática, para el control se utilizó el PLC LOGO!, que es muy intuitivo y práctico para este tipo de proyecto, los sensores utilizados son electrónicos de bajo costo y además se implementó una interfaz HMI inalámbrica por medio de un router wifi, esta interfaz está configurada en un dispositivo móvil con sistema android que permite la visualización y control del proceso por medio del PLC. Como resultado del proyecto se logró la construcción física del prototipo y la puesta en marcha del mismo, obteniendo resultados exitosos en las pruebas de envasado y funcionamiento con la interfaz inalámbrica HMI, estas se pueden visualizar en un video del funcionamiento y resultado del proyecto. Fue un proyecto donde se invirtieron pocos recursos y estará al servicio de Industrias Panelsan para su proceso de envasado, también se espera mejorar el prototipo con aplicaciones más avanzadas y mejoras continuas.

PALABRAS CLAVES:

Envasadora, Automático, Instrumentación, LOGO, Melao, Automatización.

V° B° DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO

GENERAL SUMMARY OF WORK OF GRADE

TITLE: PACKER MELAO LOW COST WITH INTERFACE HMI.

AUTHOR(S): DIEGO ARMANDO GARZON GRANDAS.

FACULTY: Esp. en Control e Instrumentación Industrial

DIRECTOR: JUAN CARLOS VILLAMIZAR.

ABSTRACT

The design of the packaging of melao part of a business venture created by the author, Panelsan Industries, which is mainly engaged in the manufacture of molasses or brown sugar brown sugar liquid and this part the need to package the product in different presentations commercial automatically. In this project a prototype automated packaging melao inexpensive HMI interface, where its main function is to fill the different packages automatically, control is built will use the PLC LOGO, which is very intuitive and practical for this type of project, the sensors used are electronic inexpensive and also a wireless HMI interface is implemented via a router wifi, this interface is configured on a mobile device with android system that allows visualization and control of process by PLC. As a result of the project the physical construction of the prototype and the implementation thereof is achieved, obtaining successful results in tests of packaging and performance with wireless interface HMI, these can be displayed on a video of the performance and outcome of the project. It was a project where few resources were invested and will serve Industries Panelsan for packaging process is also expected to improve the prototype with more advanced applications and continuous improvement.

KEYWORDS:

Packing Machine, Automatic, Instrumentation, LOGO, Melao, Automation.

V° B° DIRECTOR OF GRADUATE WORK

1. INTRODUCCIÓN

Industrias Panelsan es una microempresa manufacturera producto del emprendimiento que se dedica a fabricar melao líquido con base en la panela sólida en diferentes presentaciones. Una sola persona se dedica a todos los procesos de producción, desde el manejo de la panela hasta la entrega final del producto.

En este proyecto se diseñó y construyó una envasadora de melao de bajo costo, utilizando materiales económicos y sensores de electrónica, el control lo hace el PLC siemens LOGO!, además se diseñó incluyo una interfaz HMI inalámbrica, diseñada solo para dispositivos con sistema operativo android por medio de un router, donde se puede controlar el proceso y además visualizarlo en el dispositivo móvil con sistema android instalado.

Con este proyecto se logró minimizar los tiempos de producción y dejar más tiempo libre al operario para realizar otras labores de mayor importancia y así obtener una mejor eficiencia en la producción.

Así mismo se analizaron varios procesos de empaque del melao en internet; para así determinar la mejor manera y la más eficiente de implementar la automatización.

Por último se construyó el prototipo con sus respectivas conexiones eléctricas y posteriormente su respectiva prueba para su funcionamiento óptimo.

Para el desarrollo del prototipo fue necesario construir la parte física y mecánica donde se utilizó madera para las bases y la bandeja giratoria, luego se implementó el conexionado eléctrico del PLC, la alimentación, los sensores, el módulo de relés, los actuadores y el router inalámbrico.

Por último se programó el PLC y se diseñó la interfaz HMI para ser usado principalmente desde un dispositivo móvil. Se realizaron las respectivas pruebas de funcionamiento para así tomar los correctivos necesarios.

DEDICATORIA

Primeramente a Dios por ser el guía de mi vida y mis proyectos.

A mi familia, por el continuo apoyo y dedicación.

A mis amigos y todas las personas en su apoyo constante.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, mi familia y amigos.

Al Ingeniero Juan Carlos Villamizar por su apoyo académico diseño y asesoramiento para el desarrollo del proyecto y al Ingeniero Juan Carlos Mantilla.

A las personas que directa e indirectamente me colaboraron el desarrollo del proyecto.

A Industrias Panelsan.

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN.....	2
1. OBJETIVOS	8
1.1 OBJETIVO GENERAL	8
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	8
2. ANTECEDENTES.....	9
3. MARCO TEORICO	10
4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	15
5. METODOLOGIA	15
6. DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UNA ENVASADORA DE MELAO.....	16
6.1 ACTUADORES.....	17
6.1.1 ACTUADOR PARA PLATAFORMA GIRATORIA	17
6.1.2 ACTUADOR PARA VALVULA DE LLENADO DE BOTELLAS.....	18
6.2 SENSORES.....	20
6.3 MODULO RELÉ PARA ACONDICIONAMIENTO DE SEÑALES	21
6.3.1 PLANO CONEXIONADO ELECTRICO.	22
6.4 MODULO DE COMUNICACIONES - ROUTER	24
6.5 PLANO MECANICO DEL PROTOTIPO.....	27
6.6 PROGRAMACION DEL PLC LOGO!	30
6.7 PROGRAMACION DE LA INTERFAZ HMI	33
7. PRESUPUESTO.....	42
8. RESULTADOS	43
9. CONCLUSIONES	46
10. BIBLIOGRAFÍA.....	46

1. OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GENERAL

Construir una envasadora de melao de panela de bajo costo con interfaz HMI para mejorar el sistema de producción de la empresa.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Investigar, planear y diseñar el proyecto.
- Integrar los componentes para construir la envasadora.
- Programar el PLC y conexionado eléctrico del sistema.
- Programar la interfaz HMI en el dispositivo móvil.
- Poner en marcha la máquina envasadora.
- Documentar el proyecto.

2. ANTECEDENTES

- ENVASADORA DE MIEL USANDO PLC, Universidad pontificia bolivariana 2010.
http://repository.upb.edu.co:8080/jspui/bitstream/123456789/830/1/digital_19156.pdf
Es un proyecto de la universidad donde se diseña la envasadora de miel que está montada en el laboratorio de automatización.
- OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE ENVASADO DE MIEL EN UNA MAQUINA DISEÑADA EN LA UPB
http://repository.upb.edu.co:8080/jspui/bitstream/123456789/1793/1/digital_22780.pdf
Es un proyecto de mejora para el anterior diseño.

3. MARCO TEORICO

Normas Aplicadas

Por ser un producto que no se encuentra en el mercado y nadie más lo produce en Colombia no tiene unas normas específicas asociadas directamente al melao de panela, pero se pueden aplicar algunas normas usadas en la miel de abejas que es muy similar.

RESOLUCIÓN 1057 DE 2010

(Marzo 23)

Diario Oficial No. 47.662 de 25 de marzo de 2010

Ministerio de la Protección Social

Por la cual se establece el reglamento técnico sobre los requisitos sanitarios que debe cumplir la miel de abejas para consumo humano.

El Ministro de la Protección Social, en ejercicio de sus atribuciones legales, en especial las conferidas en las Leyes 09 de 1979, 170 de 1994 y el artículo 2° del Decreto-ley 205 de 2003.

CAPÍTULO V.

Envase y rotulado.

Artículo 11. *Envase.* La miel de abejas debe ser envasada en recipientes nuevos de materiales inocuos que no alteren las características organolépticas ni de composición.

Los envases y/o empaques utilizados para el envasado de la miel de abejas para consumo humano deben cumplir con la legislación sanitaria vigente.

Artículo 12. *Rotulado.* Los rótulos o etiquetas de la miel de abejas envasada deben cumplir con los requisitos establecidos en la Resolución 05109 de 2005 del Ministerio de la Protección Social o la norma que la modifique, adicione o sustituya.

Normas sanitarias para la producción de panela.

La Resolución 779 de 2006 del
Ministerio de la Protección Social:

Establece los requisitos para la fabricación y comercialización de panela para consumo humano.

La Resolución 3462 de 2008 del Ministerio de la Protección Social:

Establece la inscripción tanto de Trapiches Paneleros como de las Centrales de Acopio de mieles provenientes de trapiches paneleros y amplía el plazo de cumplimiento de los siguientes requisitos hasta septiembre de 2011:

- Separación de la vivienda
- Delimitación física entre las áreas de recepción, producción, almacenamiento y servicios sanitarios.
- Servicios sanitarios conectados a un sistema de disposición de residuos.
- Flujo secuencial del proceso en la fábrica.
- Paredes, pisos y techo en buen estado y de materiales que puedan limpiarse fácilmente.

La Resolución 3544 de 2009:

Amplía los plazos para el cumplimiento de los requisitos del envase individual y rotulado de la panela hasta septiembre de 2011.

La Panela y sus derivados son un alimento que se define como nutricionalmente bueno, cuando reúne los elementos esenciales para el organismo en las proporciones o cantidades adecuadas, suministra la energía para el desarrollo de los procesos metabólicos y está libre de sustancias nocivas para el consumidor.

En el valor nutricional de la panela tienen incidencia numerosos factores que van desde la variedad de caña utilizada, el tipo de suelo y las características climáticas, hasta la edad, el sistema de corte, apronte y las condiciones del proceso de producción.

La panela figura entre los productos de mayor consumo nacional, es soluble en cualquier líquido y conserva en gran parte de los componentes del jugo de la caña, pero en concentraciones mayores.

Nutrientes presentes en la panela

Entre los grupos de nutrientes esenciales de la panela deben mencionarse el agua, los carbohidratos, los minerales, las proteínas, las vitaminas y las grasas.

- Los azúcares son nutrientes básicamente energéticos, de ellos el organismo obtiene la energía necesaria para su funcionamiento y desarrollo de procesos metabólicos, los carbohidratos presentes en la panela, son la sacarosa, que aparece en mayor proporción y otros componentes menores denominados azúcares reductores o invertidos como la glucosa y la fructosa; los cuales poseen un mayor, valor biológico para el organismo que la sacarosa, componente principal del azúcar moscabado y refinado.

- En la panela se encuentran cantidades notables de sales minerales, las cuales son 5 veces mayores que las del azúcar moscabado y 50 veces más que las del azúcar refinado.

Entre los principales minerales que contiene la panela figuran; El calcio (Ca), Potasio (K), Magnesio (Mg), Cobre (Cu), Hierro (Fe) y Fósforo (P), como también trazas de Flúor (F) y Selenio (Se).

- El Calcio contenido en la panela contribuye a la formación de una mejor dentadura y unos huesos más fuertes, así como en la prevención de caries, especialmente en los niños. En poblaciones infantiles donde la dieta incluye panela, la incidencia de la caries es significativamente baja; esta se explica por la presencia de Fósforo y Calcio que entran a formar parte de la estructura dental y al mismo tiempo contienen cationes alcalinos (Potasio, magnesio, calcio), capaces de neutralizar la excesiva acidez, una de las principales causas de las caries. Es además esencial para regular la contracción muscular, el ritmo cardiaco, la excitabilidad nerviosa y ayuda también a corregir deficiencias óseas como la osteoporosis que se presenta en la edad adulta.

- El hierro contenido en la panela previene la anemia. El porcentaje de este mineral en el recién nacido se consume a los pocos meses, razón por la cual se requiere una dieta rica en hierro, para que el nivel de hemoglobina permanezca estable. Este nutriente fortalece también el sistema inmunológico del infante y previene enfermedades del sistema respiratorio y urinario.

- Otro elemento que aporta la panela es el fósforo, pilar importante de huesos y dientes, participante en el metabolismo de las grasas, carbohidratos e intercambios de energía a través de las reacciones oxidativas de fosforilación. Su déficit en forma inorgánica acarrea una desmineralización de los huesos, crecimiento escaso en la edad infantil, raquitismo y osteomalacia.

- **El magnesio** es fortificante del sistema nervioso, actúa en la excitabilidad muscular y sirve como activador de varias enzimas como la fosfatasa de la sangre. Los niños que tienen un nivel normal de este elemento son más activos.

- **El Potasio** es indispensable en el mantenimiento del equilibrio del líquido intracelular, afecta el ritmo del corazón y participa en la regulación de la excitabilidad nerviosa y muscular.

La **Vitamina A** es indispensable para el crecimiento del esqueleto y del tejido conjuntivo y forma parte de la púrpura visual.

Las **Vitaminas del complejo B** como la B₁ intervienen en el metabolismo de los ácidos y de los lípidos. La B₆ participa en el metabolismo de los ácidos grasos esenciales y es fundamental en la síntesis de Hemoglobina y citocromos. La Vitamina D, incrementa la absorción de calcio y fósforo en el intestino y la Vitamina C, cumple con mantener el material intercelular del cartílago, dentina y huesos.

Análisis comparativo de la panela con otros alimentos de consumo diario

- Con relación al azúcar refinado, principal sustituto de la panela, no existen casi puntos de comparación, dado que dicho azúcar está constituido en su totalidad por sacarosa con carencia absoluta de minerales y vitaminas. Estos nutrientes se encuentran presentes en apreciables cantidades con la panela.

Si en los hábitos alimenticios se elimina el consumo de la panela y se utiliza únicamente el azúcar, las familias de bajos recursos especialmente en las zonas rurales, sufrirían problemas por deficiencias nutricionales al no contar con los aportes de energía, minerales compuestos proteicos y vitaminas que actualmente les está suministrando este alimento.

- Comparando la panela con la miel de abejas, se observa que la composición cualitativa de los dos alimentos es bastante similar, variando solamente el nivel de minerales, específicamente en hierro, calcio y fósforo, elementos que la panela contiene en cantidades notablemente superiores.

Con relación al contenido vitamínico, la panela, la miel de abejas y la miel de caña; presentan pequeñas cantidades de tiamina, riboflavina, niacina y ácido ascórbico, sobresaliendo la miel de caña por su alto contenido de los dos últimos minerales mencionados. El chocolate y el café, aunque son alimentos completos, presentan el inconveniente de ser demasiado ricos en grasas.

- El chocolate genera problemas en ciertos organismos debido a la mala metabolización de las grasas, lo cual no sucede al consumir panela. El consumo de

café, a pesar de ser una bebida ampliamente popular, debe controlarse por formar parte de los estimulantes nerviosos.

- Analizando la composición del agua de panela, café negro, chocolate, Coca Cola, gaseosas y cervezas, desde el punto de vista de contenido de minerales y vitaminas, se destaca la cantidad de calcio en la panela y la ausencia de este nutriente en las gaseosas y la cerveza.

Cabe destacar el alto contenido de fósforo en la Coca Cola, pero se encuentra en la forma de ácido fosfórico libre, cuyo consumo exagerado puede producir descalcificación dentina y ósea, especialmente en organismos en desarrollo y crecimiento.

El chocolate y el café aportan menos vitaminas que el agua de panela. Con respecto a las gaseosas, bebidas refrescantes de alto consumo, su aporte vitamínico es nulo, en cambio el aporte de vitaminas del agua de panela aunque parezca pequeño es esencial para el organismo y su buen funcionamiento.*

*Tomado de la biblioteca virtual Luis Angel Arango.
<http://admin.banrepcultural.org/node/64778>

4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El proceso de producción de melao de panela es algo novedoso por lo que Industrias Panelsan busca producir la mayor cantidad posible de sus productos, automatizar todo el proceso es complejo y costoso pero si se automatizará el proceso de envasado con el fin de reducir costos y capital humano.

Actualmente se requiere de 14 minutos en promedio para llenar una presentación de 2 litros de melao, por lo que el operario debe estar pendiente del llenado sin poder realizar otras tareas importantes, también se envasa en 4presentaciones de: 1 litro, botellas de 750 ml y botellitas de 240 ml.

Por ser una empresa en periodo de crecimiento dispone de poco capital para invertir en una automatización completa por eso se pretende ofrecer una envasadora de “bajo costo” para esta y otras empresas similares.

Este producto novedoso está creciendo muy rápidamente en el mercado por lo que su tasa de producción está aumentando continuamente, de ahí la necesidad de crear e implementar sistemas más rápidos y eficientes que tengan la mínima intervención humana en sus procesos, esto con el fin de bajar costos y aumentar la productividad.

5. METODOLOGIA

La metodología en este proyecto inicio con una etapa de investigación, de lo que se quiso hacer e implementar, luego se hizo una planeación, cotización de materiales y componentes necesarios para el desarrollo del proyecto.

Finalmente se empezó a construir la envasadora, se realizó la conexión eléctrica de los actuadores, los sensores y el PLC, que finalmente se programó, se comenzó con la calibración y ajuste de los instrumentos y actuadores para finalmente hacer pruebas de funcionamiento y puesta en marcha cumpliendo los objetivos.

- Una vez el melao sea preparado este se almacena en un tanque cerca a la envasadora.
- El melao se transporta hasta la envasadora por medio de una manguera.
- Antes de caer el líquido al envase se cuenta con una válvula manual que luego se le acondiciona un motor de corriente continua para su funcionamiento.
- Para mover los recipientes que se van a llenar se implementó una plataforma móvil redonda que girará con un motor DC convencional.
- Se instalaron sensores de posición para detectar cuando los recipientes están en la posición de llenado y cuando estén llenos.
- Se utilizó un módulo adicional de relés para acondicionar las señales de los sensores y los actuadores con el PLC.
- Se programó el PLC con una Interfaz HMI para el control y monitoreo del sistema de envasado.
- Finalmente se documentó el proyecto para presentación y sustentación
- Por último se deja la envasadora en servicio para industrias Panelsan.

6. DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UNA ENVASADORA DE MELAO

Todo el diseño y construcción del prototipo parte de ser de “bajo costo”, por lo que se optaron por materiales confiables y económicos para la implementación del proyecto.

Para la bandeja giratoria se utilizó la base de una silla giratoria que se desarmó y a la que se le añadió la tabla redonda para que girara libremente con mínimo factor de rozamiento.

6.1 ACTUADORES

La envasadora como tal contiene 2 actuadores, uno para mover la plataforma giratoria y el otro para abrir y cerrar la válvula que proporciona el melao a los recipientes.

6.1.1 ACTUADOR PARA PLATAFORMA GIRATORIA



Figura 1. Motor DC para movimiento de la bandeja giratoria. Fuente el Autor.

Este es un servomotor de corriente continua, arreglado para que gire libremente, se eligió por su potencia y bajo costo. Se le acopló una rueda de caucho y se instaló en la parte externa de la bandeja giratoria para obtener el mayor torque en el movimiento.



Figura 2. Vista de Motor DC, Fuente Autor.

Este es accionado por el PLC y así mismo por la HMI en modo manual o automático según sea la elección.

6.1.2 ACTUADOR PARA VALVULA DE LLENADO DE BOTELLAS

Para abrir y cerrar la llave de paso de forma automática se pensó en un principio en usar una electroválvula alimentada con 110V, pero las válvulas de precio moderado ofrecían un orificio interno muy pequeño de alrededor de 2 milímetros que no era suficiente para que dejara pasar el melao que es denso, así mismo una electroválvula de orificio más grande es más costosa y por lo tanto se sale del tema de “bajo costo” que caracteriza al proyecto, por lo que se optó en diseñar otro sistema para solucionar el problema.



Figura 3. Actuador lineal eléctrico, Fuente Autor.

Para accionar la válvula se usó este actuador lineal eléctrico de 12V de 2 posiciones, son usados para activar los seguros de los automóviles y son de muy bajo costo, al aplicar 12V se expande el embolo aproximadamente 2.5 mm y al introducir los 12V en forma inversa el embolo se retrae nuevamente.



Figura 4. Actuador lineal eléctrico acoplado a válvula. Fuente Autor

De esta manera se acopla a la llave convencional de manera que al activarse el cilindro este abra la válvula y viceversa para ejercer las funciones de llenado.

Para invertir la polaridad de tensión en la entrada del actuador se utilizaron 2 salidas del PLC una con la entrada de tensión directa y la otra salida con salida de tensión invertida.

Esta resulto ser una idea interesante, confiable y de bajo costo para el proyecto.

6.2 SENSORES

El primer sensor que se implemento es el de posición de la botella, este es un sensor óptico reflectivo de tipo encapsulado, electrónico de bajo costo que provee la empresa dynamoelectronics en la ciudad de Bucaramanga.

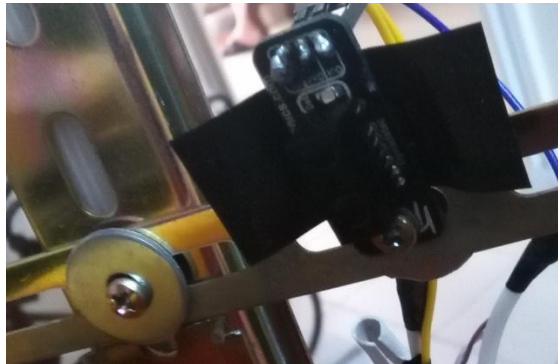


Figura 5. Sensor de Posición. Fuente Autor.

Este sensor tiene 3 pines, alimentación Vcc, tierra y salida, esta ultima proporciona una señal cero o tierra cuando detecta algún objeto, a su vez esta señal es enviada al modulo relé que activa sus canales con señales de nivel bajo como la que resulta de la salida de este sensor.

Para detectar el nivel de llenado del recipiente o de las botellas en un principio se pensó en un sensor que detecte cambio de color como el que se usa en los robots seguidores de línea que envía una señal 1 y 0 cuando detecta el cambio entre blanco y negro.

El sensor más común para estas aplicaciones es el CNY70 óptico-reflectivo que se probó junto a un sensor de similares características proporcionado por dynamoelectronics, que fue el que se monto en la estructura y se probó en el proyecto.

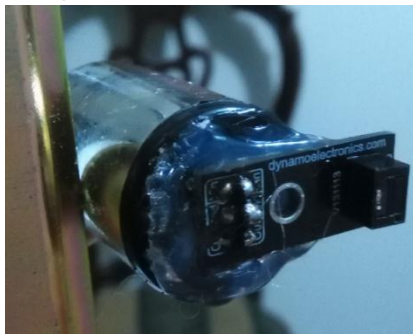


Figura 6. Sensor de Nivel. Fuente Autor.

Este sensor funciona de la misma manera que el sensor de posición, envía una señal 0 en este caso cuando detecta un cambio de blanco a negro, el sensor funciona muy bien, pero se presentó el inconveniente de que necesitaba estar muy cerca a la botella aproximadamente a 1 milímetro o estar completamente en contacto con la botella para lograr la detección del melao, por tal razón, se descartó ese sensor por que al estar tan cerca del recipiente a llenar puede afectar la movilidad de las botellas y una alta probabilidad de no detectar el líquido a llenar por lo que se rebosaría el recipiente.



Figura 7. Vista Sensor de Nivel. Fuente Autor

Se instaló en un brazo móvil para que se lograra poner el sensor en la posición de llenado deseada.

También se hicieron pruebas con el CNY70; que a pesar de ser aun más económico que el anterior, se obtuvieron mejores resultados. Aunque con señales de salida muy variables y con baja corriente de salida, por lo que no podía leerse la señal desde el módulo relé, por su baja confiabilidad se decidió no utilizarse tampoco.

Para encontrar una solución a este problema se optó por manejar el llenado de las botellas calculando el tiempo de llenado e introduciéndolo al PLC para que abra y cierra la válvula en un tiempo determinado y programado según pruebas.

6.3 MODULO RELÉ PARA ACONDICIONAMIENTO DE SEÑALES

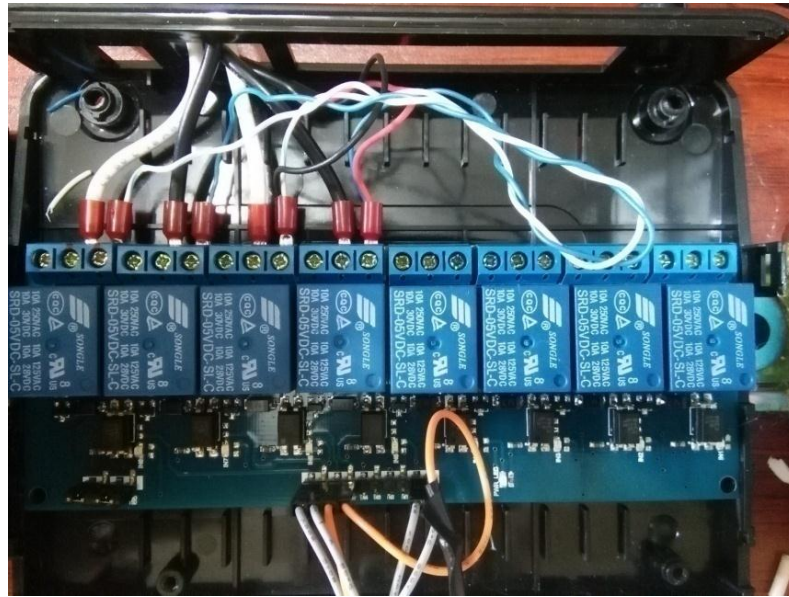


Figura 8. Modulo Relé de 8 canales. Fuente Autor.

Este es un modulo relé de 8 canales que sus salidas pueden ser normalmente cerradas o normalmente abiertas dependiendo de su conexión eléctrica, en la parte de control se tienen 10 pines donde, 2 son de alimentación y los demás de activación de cada canal con su respectiva señal negativa.

Los canales del 4 al 8 se utilizaron para manejar el sentido de posición del actuador lineal eléctrico, y el 3 para leer la señal del sensor de posición proveniente de la bandeja giratoria.

Este es un modulo acondicionado con sus componentes internos y sus circuitos integrados por lo que solo hay que conectar sus salidas de potencia y de control para obtener las respuestas en señal deseadas.

6.3.1 PLANO CONEXIONADO ELECTRICO.

El plano eléctrico se diseñó en Microsoft Visio del paquete de Office, donde encontramos las conexiones eléctricas y sus señales del prototipo.

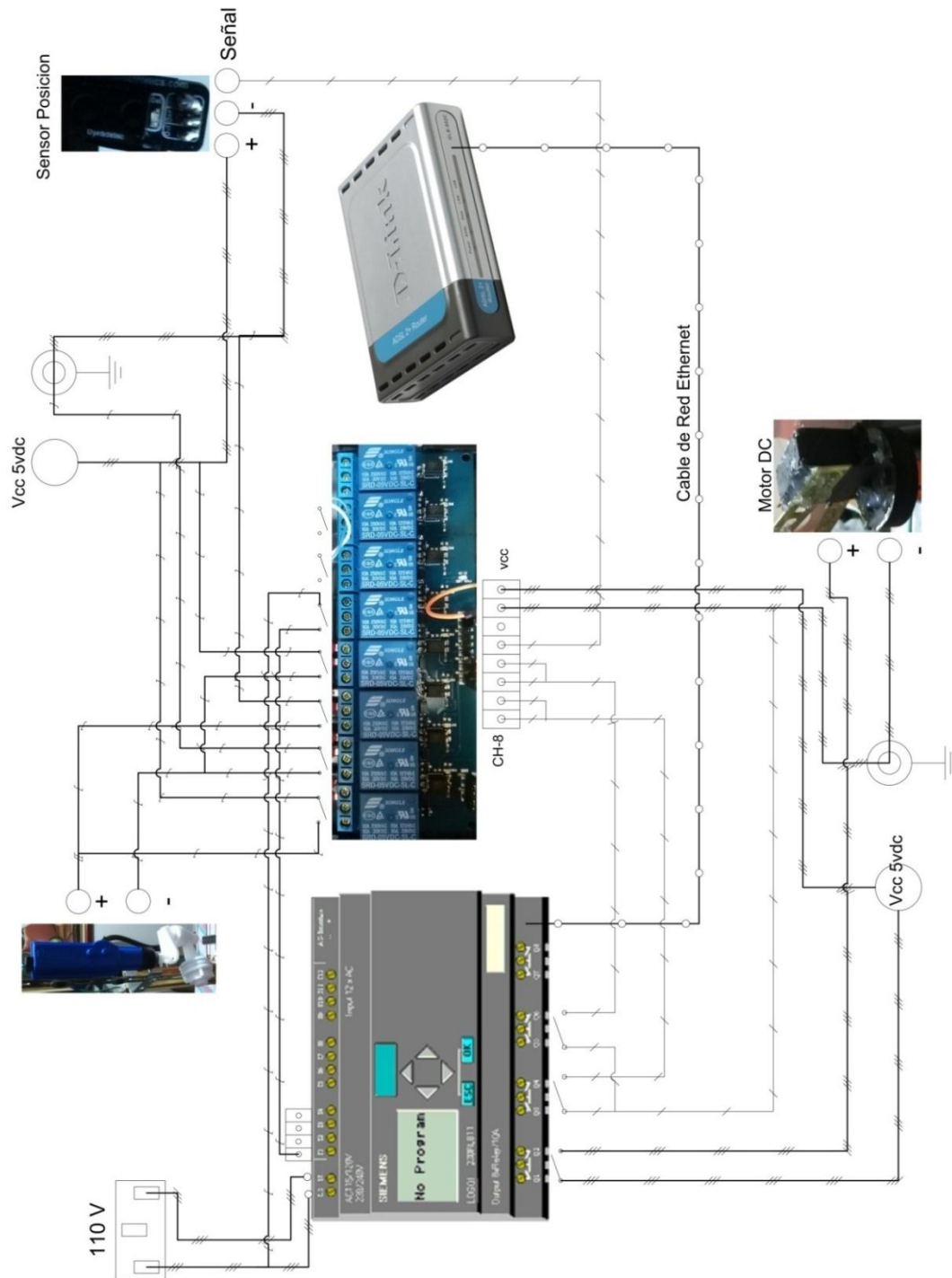


Figura 9. Plano conectado eléctrico. Fuente Autor.

6.4 MODULO DE COMUNICACIONES - ROUTER

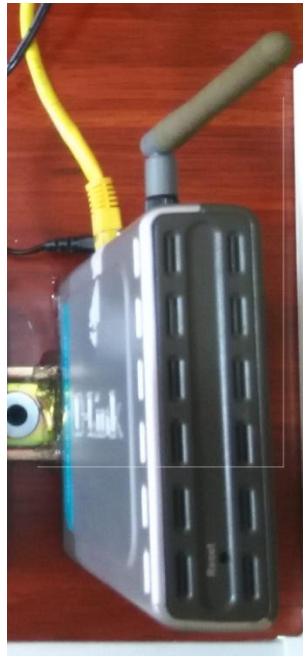


Figura 10. Modulo de comunicaciones, Router. Fuente Autor.

Gracias a que el PLC tiene puerto RJ45 se puede comunicar en una red Ethernet muy fácilmente, es por esto que se conectó el PLC a un router D-link muy común en el mercado local, de esta forma se puede acceder a los datos del PLC de forma inalámbrica, ya sea por medio del computador o desde el celular para diseñar la interface HMI. El computador es indispensable, puesto que aquí es donde se coloca el servidor de datos.

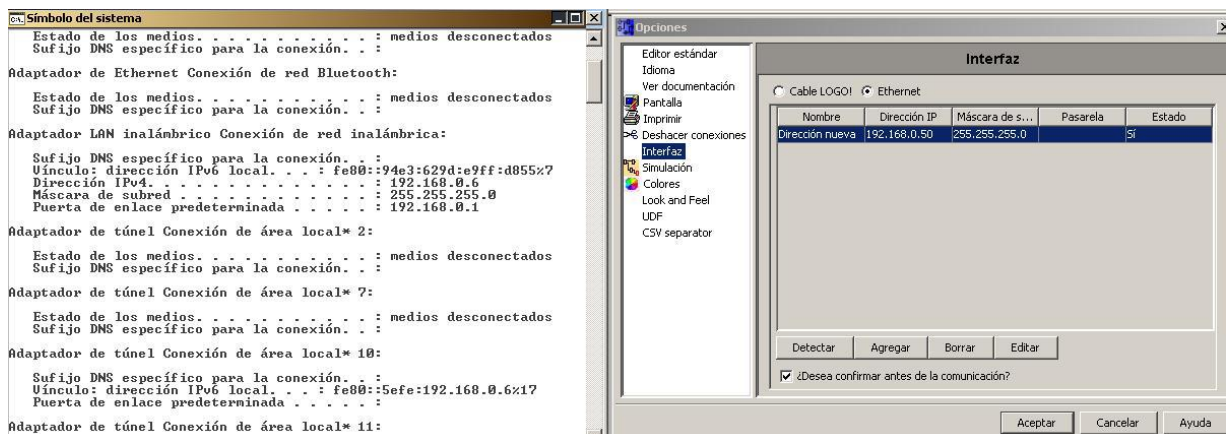


Figura 11. Configuración de red. Fuente Autor.

Para establecer la comunicación es necesario tener el PLC y el Router en el mismo dominio de direcciones en este caso: 192.168.0.X , que para el router la puerta de enlace es 192.168.0.1 y para el PLC es 192.168.0.50, para conectar el celular y el computador no es necesario asignarles las IP dentro del dominio pues el servidor DHCP del router lo hace por si mismo quedando todos comunicados en la misma red de datos.

De esta manera se integran los módulos de comunicaciones, control y potencia.



Figura 12. Vista superior PLC, Módulo Relé y Router. Fuente Autor.

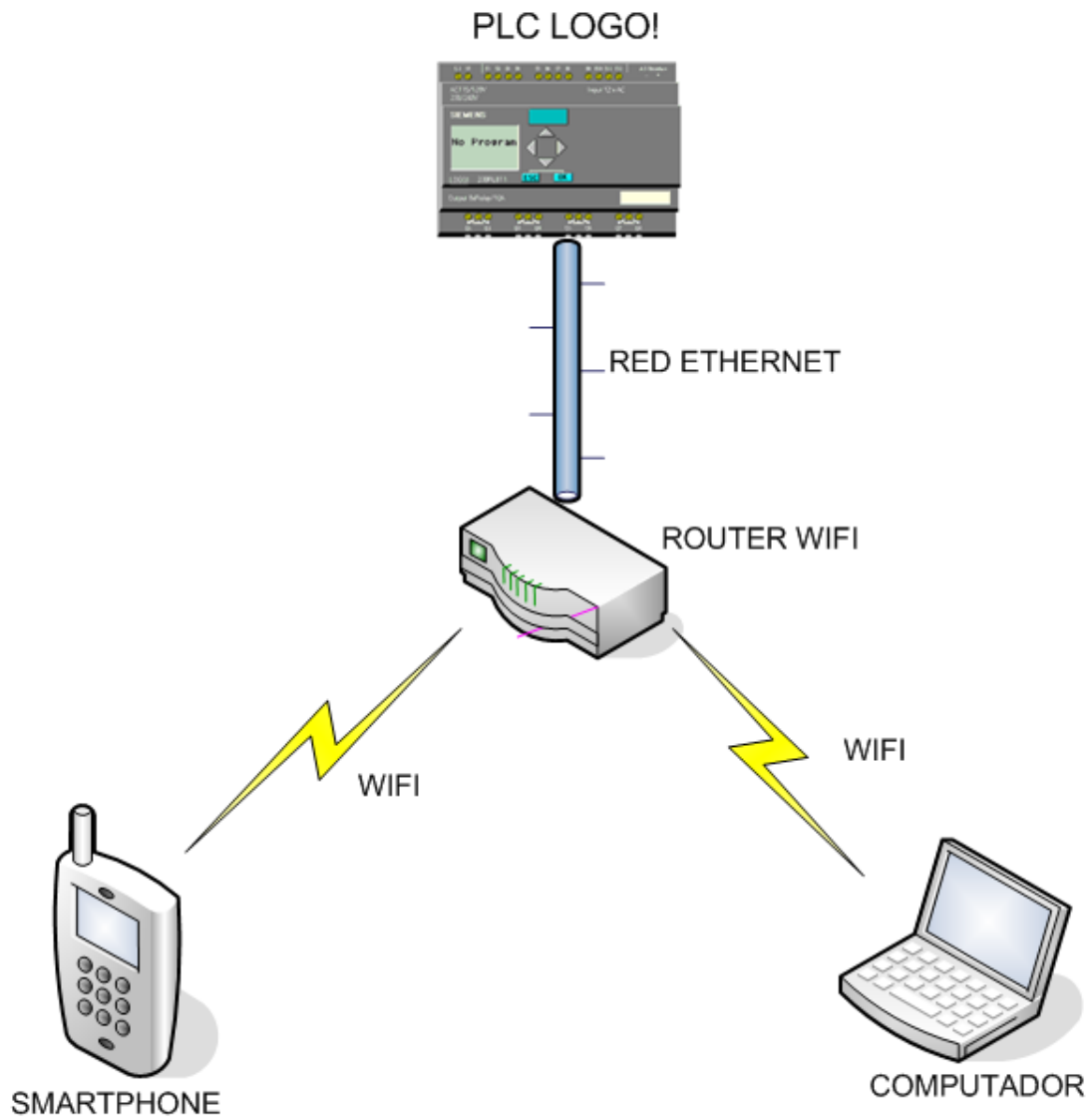


Figura 13. Diagrama de conexiones entre dispositivos. Fuente Autor.

Los datos son tomados de la aplicación OBA7 HMI por medio del Smartphone que a su vez está conectado al router inalámbricamente y este a su vez con el PLC por medio de cable de red.

6.5 PLANO MECANICO DEL PROTOTIPO

Se realizo el plano mecánico en AutoCad.

- Vista superior, en esta se observa desde la parte de arriba, se dibuja la plataforma giratoria y en la parte inferior el PLC, el modulo relé, el router y la conexión de corriente.

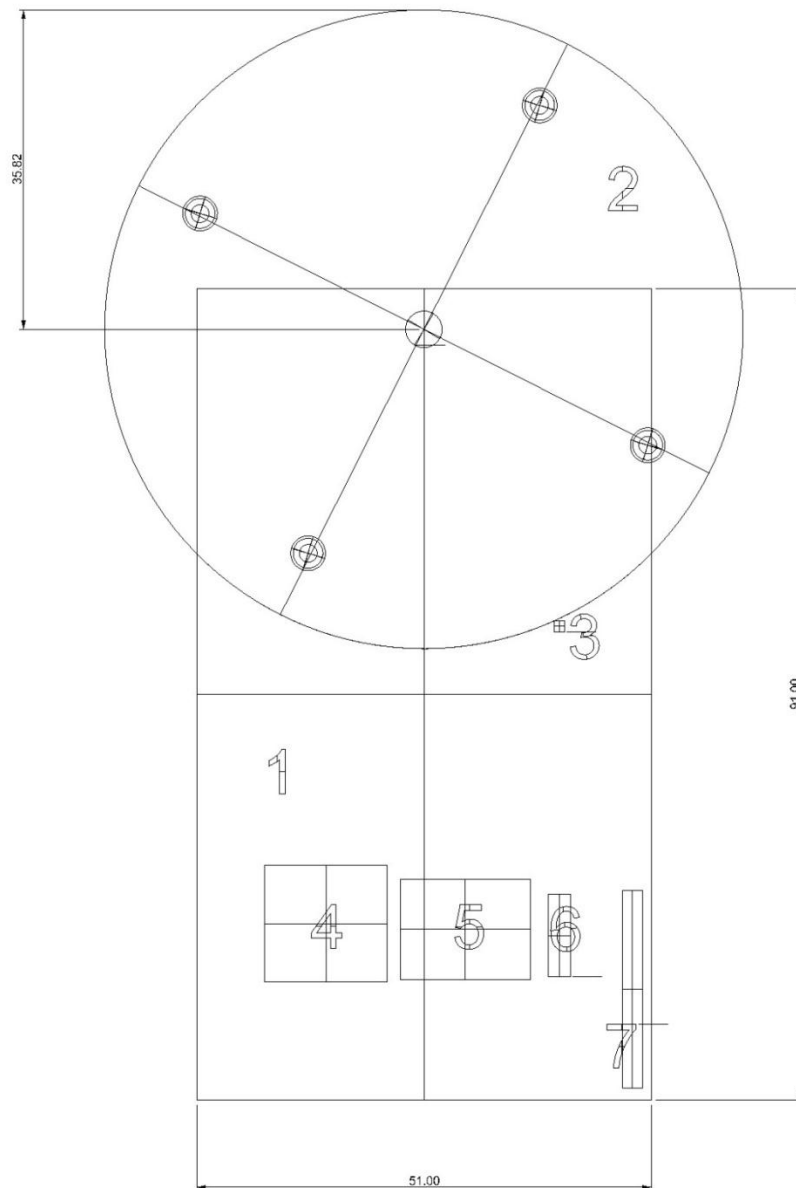


Figura 14. Plano mecánico, Vista superior. Fuente Autor.

- Vista Frontal, observamos el prototipo desde una perspectiva frontal para conocer su altura y demás especificaciones de vista, se encuentra enumerada para identificar sus componentes.

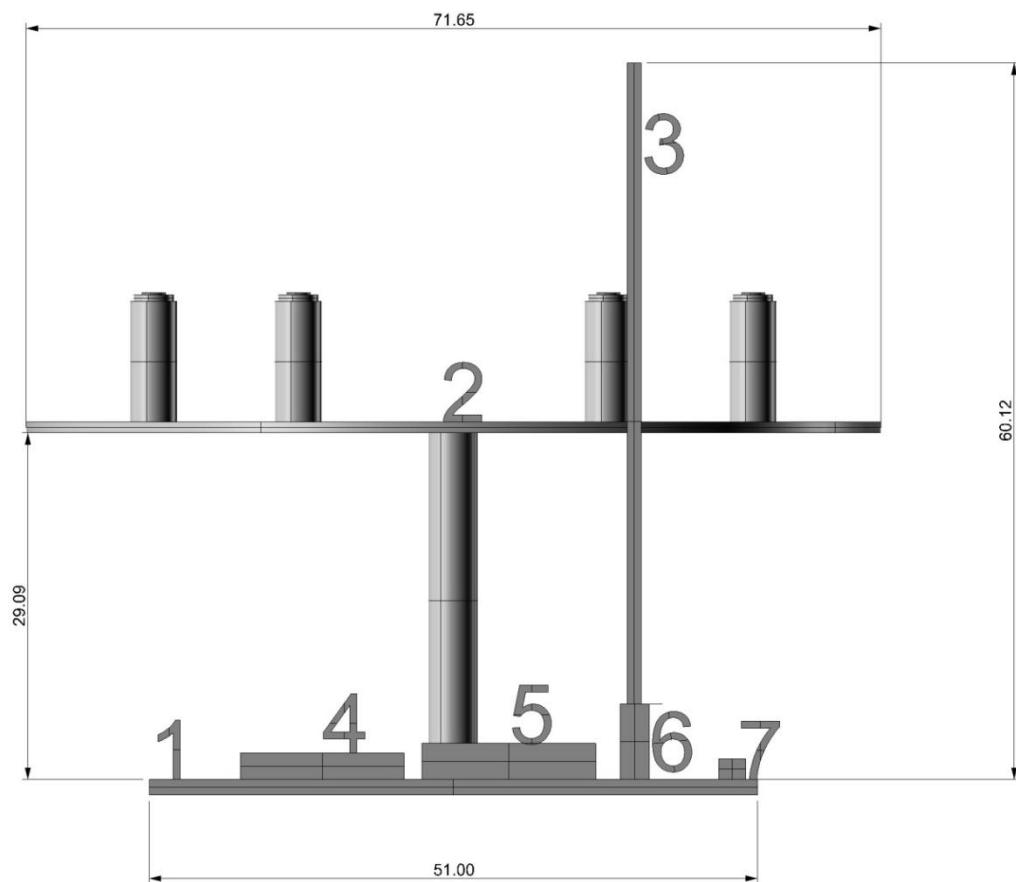


Figura 15. Vista frontal, plano mecánico. Fuente Autor.

- Vista lateral, aquí se observa de forma lateral la altura de los elementos incluidos en el prototipo, como la mesa y la bandeja giratoria.

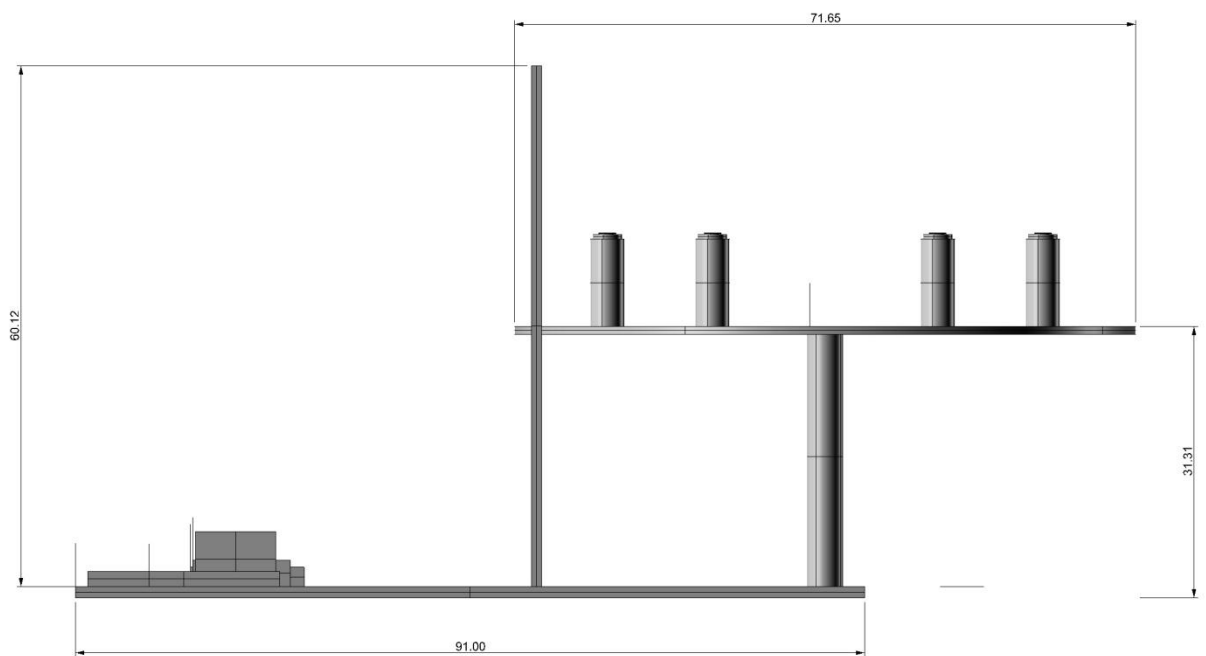


Figura 16. Vista lateral, plano mecánico. Fuente Autor.

- Vista en 3D, en esta vista especialmente se puede ver con más claridad la dimensión del prototipo y sus componentes como los dispositivos electrónicos y la mesa giratoria.

Para programar el PLC se utilizó el programa LOGO! Soft Confort que es muy intuitivo y fácil de programar. Para programar el PLC, lo primero que se hizo fue diseñar una tabla con sus entradas y salidas respectivamente.

No	ENTRADAS
1	Sensor de Posición de Botella
2	Pulsador Inicio de pantalla HMI
3	Pulsador parada de operación en pantalla HMI
	Salidas
4	Actuador motor de bandeja giratoria
5	Actuador de posición arriba del actuador de la válvula
6	Actuador de posición debajo del actuador de la válvula

Figura 18. Cuadro de entradas. Fuente Autor.

Ahora obtenemos un diagrama de flujo del proceso secuencial.



Figura 19. Diagrama de flujo del programa. Fuente Autor.

Programa en LOGO!Soft Confort.

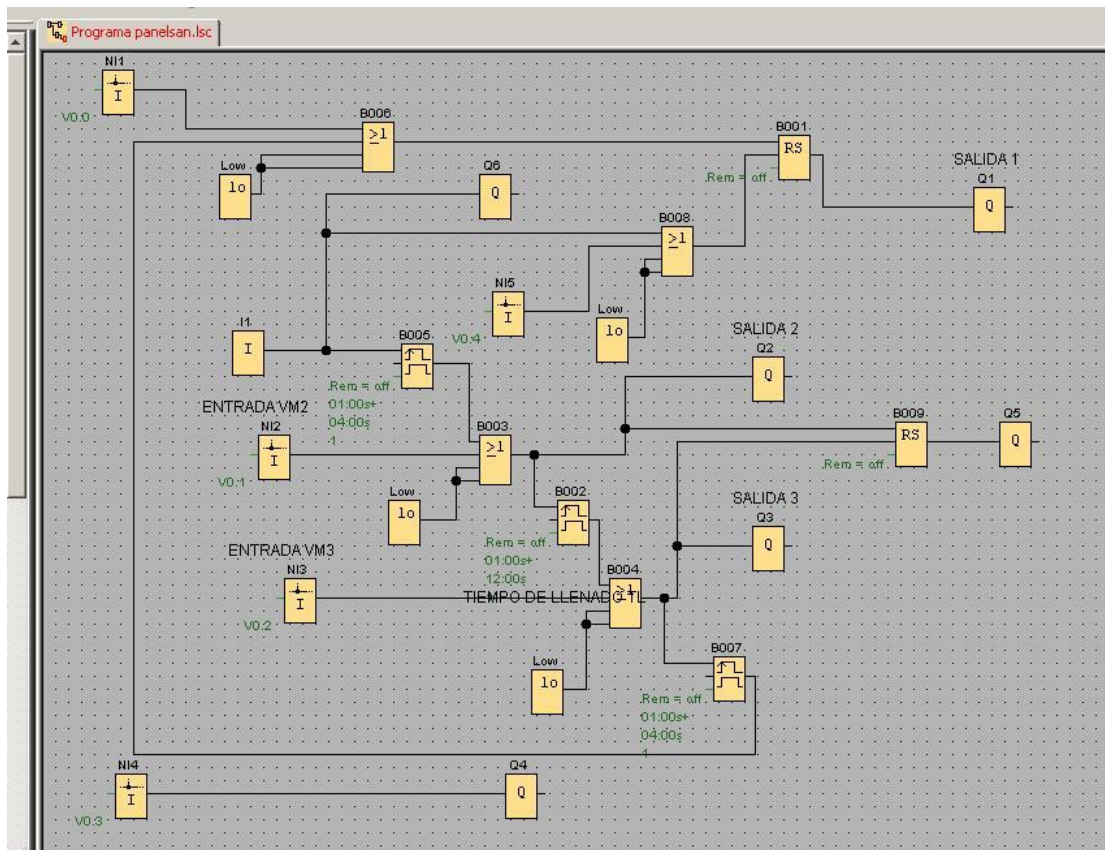


Figura 20. Programa en Logo Soft Confort de LOGO!. Fuente Autor.

El programa reconoce la entrada VM 0.0 que viene del HMI, una entrada de red, esta activa un relé autoenclavante para que mantenga la señal pulsada del motor Q1, para desactivar esa señal del motor se utiliza la señal del sensor de posición que es I1, así mismo esta señal activa un temporizador para que active Q2 que es el actuador de la válvula y lo suelte 1 segundo después para no mantener energizado el actuador, así mismo se activa otro temporizador para enviar la señal de cerrado del actuador manejado por tiempos, que a su vez envía una señal al inicio para que repita el ciclo infinitamente hasta que se le de la opción de detenerse que inhabilita el movimiento del motor.

Variable Física	LOGO!
Salida Motor	Q1

Señal Salida Abrir Válvula	Q2
Señal Salida Cerrar Válvula	Q2
Señal Entrada Sensor Posición	I1
Entrada de Red para HMI Q1	VM1
Entrada de Red para HMI Q2	VM2
Entrada de Red para HMI Q3	VM3

Figura 21. Variables del programa Logo Soft Confort de LOGO!. Fuente Autor.

6.7 PROGRAMACION DE LA INTERFAZ HMI

Para realizar la pantalla HMI se investigó sobre cómo realizar una interfaz entre un dispositivo y el PLC LOGO!, en internet existen varias aplicaciones disponibles pero se encontró una muy buena llamada OBA7 HMI. La cual está disponible solo para dispositivos Android, se procedió a realizar las pruebas correspondientes con resultados exitosos por lo que se decidió usar para el proyecto.

H.M.I. Android pour le LOGO! OBA7

Version 1.0

Manuel utilisateur 1.0



ALAIN HENNEUSE
Belgique
6-1-2013

Figura 22. Presentación y logo de la aplicación OBA7 HMI. Fuente Alain Hennuese.

OBA7 HMI es una aplicación que funciona solo bajo la plataforma Android sea en cualquier dispositivo que se utilice debe tener este sistema operativo, sea tablet, Smartphone, Computador, etc, fue desarrollada por Alain Henneuse en Bélgica el 6 de enero de 2013 y se descarga desde Google Play que es una aplicación preinstalada en los dispositivos Android utilizada para descargar otras aplicaciones que el usuario desee, se instala automáticamente en el dispositivo, no tiene ninguna restricción por lo que es libre y fácil de usar.

Lo primero que se realizó fue configurar las entradas de red en el LOGO! Para que pueda exportar e importar los datos desde un servidor externo.

Por medio de la variable VM y una dirección VB se configuran las entradas para que puedan ser leídas desde la pantalla HMI.

		SORTIE			
LOGO		OBA7 HMI			
Q1	=	%QW	0	Bit	0
Q2	=	%QW	0	Bit	1
<u>Q3</u>	=	<u>%QW</u>	<u>0</u>	<u>Bit</u>	<u>2</u>
Q4	=	%QW	0	Bit	3
Q5	=	%QW	0	Bit	4
Q6	=	%QW	0	Bit	5
Q7	=	%QW	0	Bit	6
Q8	=	%QW	0	Bit	7
Q9	=	%QW	0	Bit	8
Q10	=	%QW	0	Bit	9
Q11	=	%QW	0	Bit	10
Q12	=	%QW	0	Bit	11
Q13	=	%QW	0	Bit	12
Q14	=	%QW	0	Bit	13
Q15	=	%QW	0	Bit	14
Q16	=	%QW	0	Bit	15

Figura 25. Tabla de Variables equivalentes de salida de LOGO!. Fuente Autor.

		ENTREE			
LOGO		OBA7 HMI			
I1	=	%EW	0	Bit	0
<u>I2</u>	=	<u>%EW</u>	<u>0</u>	<u>Bit</u>	<u>1</u>
I3	=	%EW	0	Bit	2
I4	=	%EW	0	Bit	3
I5	=	%EW	0	Bit	4
I6	=	%EW	0	Bit	5
I7	=	%EW	0	Bit	6
I8	=	%EW	0	Bit	7
I9	=	%EW	0	Bit	8
I10	=	%EW	0	Bit	9
I11	=	%EW	0	Bit	10
I12	=	%EW	0	Bit	11
I13	=	%EW	0	Bit	12
I14	=	%EW	0	Bit	13
I15	=	%EW	0	Bit	14
I16	=	%EW	0	Bit	15
I17	=	%EW	1	Bit	0
I18	=	%EW	1	Bit	1
I19	=	%EW	1	Bit	2
I20	=	%EW	1	Bit	3
I21	=	%EW	1	Bit	4
I22	=	%EW	1	Bit	5
I23	=	%EW	1	Bit	6
I24	=	%EW	1	Bit	7

Figura 26. Tabla de Variables equivalentes de entrada de LOGO!. Fuente Autor.

La aplicación es muy sencilla e intuitiva tiene un menú de opciones en la parte de abajo donde se elige Add ítem y se agrega el ítem que se desee programar o

visualizar, en este menú también encontramos Run para que corra la programación que tenemos, en Tools podemos agregar nuevas pantallas eliminar, cambiar de pantalla.

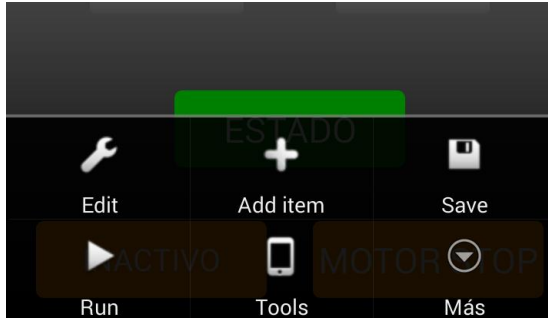


Figura 27. Opciones de la aplicación OBA7 HMI. Fuente Autor.

En la Opción Add Item nos arroja la siguiente ventana, donde encontramos las diferentes opciones de visualizaciones y/o controles que deseamos programar.

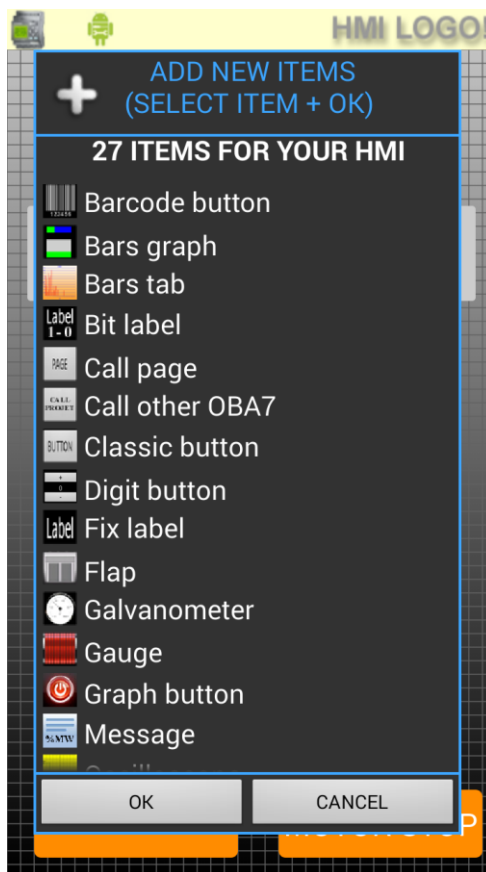


Figura 28. Opciones disponibles en la aplicación OBA7 HMI. Fuente Autor.

Si por ejemplo agregamos un bit label nos muestra la siguiente ventana con sus opciones específicas para la función.

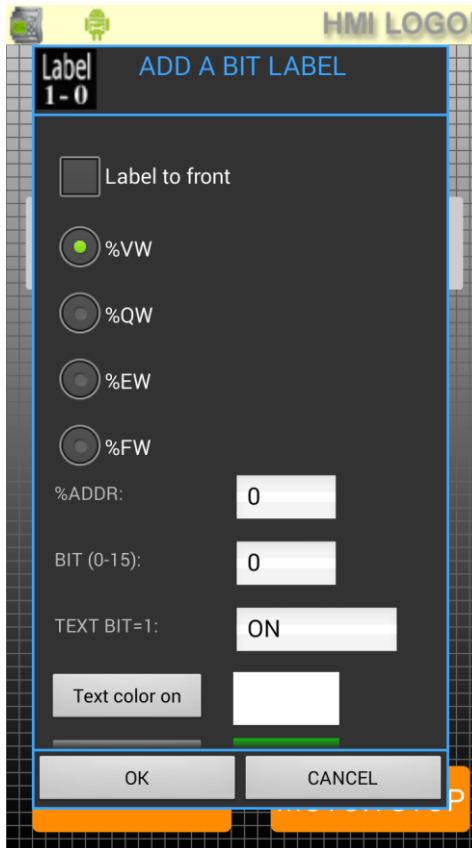


Figura 29. Opciones de Bit Label en aplicación OBA7 HMI. Fuente Autor.

Los datos a ingresar en %VW, %QW, %EW y %FW se relacionan en la tabla anterior del manual del programador para sus bits de reconocimiento y demás.

Ahora para agregar un botón de función le damos Add Toggle Button donde al igual que en el anterior usamos la tabla para configurar sus entradas y salidas de datos.

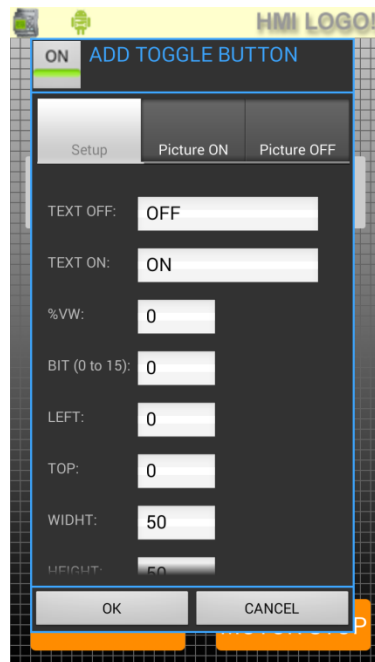


Figura 30. Configuración del Toggle Button. Fuente Autor.

En la opción “Mas” encontramos el siguiente menú donde le ponemos la dirección IP del PLC LOGO! Fija que le programamos en el menú del PLC que es 192.168.0.50

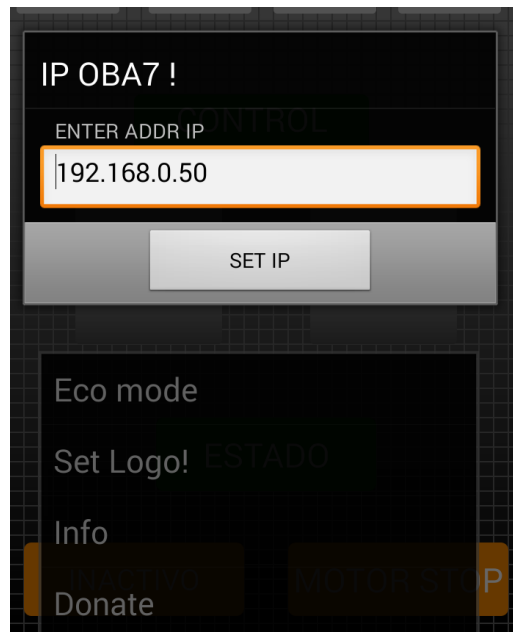


Figura 31. Configuración de la dirección IP del PLC a controlar y visualizar. Fuente Autor

Lo dejamos en el mismo dominio 192.168.0.X para q sea compatible con el router que tiene el mismo dominio y así lograr comunicarse con los demás dispositivos.

De esta manera se procede a programar la pantalla con las variables físicas y entradas del PLC y el programa realizado obteniendo la siguiente pantalla HMI.



Figura 32. Diseño final de la pantalla HMI. Fuente Autor.

En esta sección podemos controlar independientemente las salidas 4 salidas del PLC en opción manual.



Figura 33. Sección Control Manual de la pantalla HMI. Fuente Autor

En esta opción tenemos el proceso automático de control con solo 2 funciones inicio y parar el sistema de envasado.

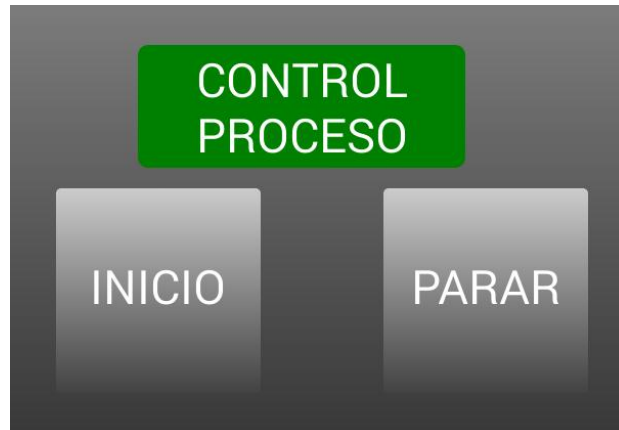


Figura 34. Sección Control Automático de la pantalla HMI. Fuente Autor.

En la parte de abajo tenemos el estado de la envasadora, la adquisición de datos, los indicadores de abajo muestran el estado actual de la variable y cambian de color respectivamente.

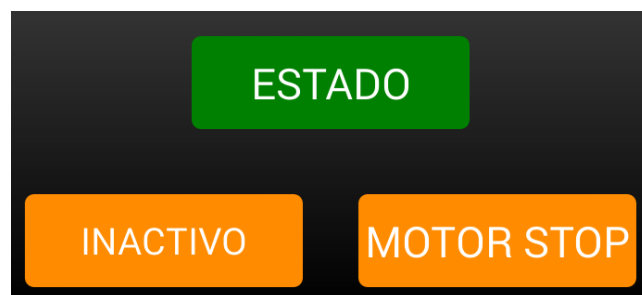


Figura 35. Sección de visualización de estado del prototipo de la pantalla HMI.
Fuente Autor.

En el video final del proyecto se muestra el prototipo funcionando con la HMI y sus funciones.

7. PRESUPUESTO

Como se reitero desde el titulo del proyecto el costo como tal fue un factor importante para su diseño e implementación, no por eso debemos perder calidad, pues se usaron componentes económicos y confiables.

COSTOS		
		Costo
Materiales:		
	PLC LOGO	\$ 0
	Accesorios LOGO, cableado etc	\$ 40.000
	Actuador para llave de llenado	\$ 30.000
	Sensores	\$ 45.500
	Motores	\$ 21.000
	Actuadores	\$ 35.000
	Silla Giratoria	\$ 50.000
	Modulo relé 8 entradas	\$ 35.000
	Router	\$ 20.000
	Dispositivo Android / PC	\$ 0
	accesorios	\$60.000
	Costo:	\$ 336.000

Figura 36. Cuadro de Costos del proyecto. Fuente Autor.

8. RESULTADOS

Finalmente después de la investigación y desarrollo del proyecto llega a la etapa final y de funcionamiento donde se logran los resultados deseados como se puede ver en el video



Figura 37. Imagen final del prototipo. Fuente Autor.

La envasadora estará funcionando para Industrias Panelsan, y se espera pueda tener mejoras que serán implementadas más adelante.



Figura 38. Vista Superior de los componentes del prototipo. Fuente Autor.

Es un proyecto viable que puede venderse y producirse en masa.



Figura 39. Vista superior del proceso de envasado. Fuente Autor.

Es bastante satisfactorio ver funcionar un proyecto en el que se dio inicio desde cero y con pocos recursos.

Tiene un muy buen desempeño y se puede decir que es confiable, se espera que trabaje continuamente para poder analizar resultados de confiabilidad y funcionamiento.

Gracias a que se tenía el PLC obsequiado por la universidad pontificia bolivariana y por la especialización en control e instrumentación industrial fue posible desarrollar el prototipo funcional del proyecto.

9. CONCLUSIONES

Después de desarrollar los ítems anteriores se logro el cometido principal de diseñar y construir una envasadora de melao de panela como esta, con herramientas y materiales de bajo costo y bastante ingenio.

- Se diseño, desarrollo y se construyo un prototipo para envasar melao de panela perfectamente funcional.
- Se conecto y se programo el PLC LOGO! De Siemens para que realizara las funciones requeridas en la envasadora.
- Se conectaron eléctricamente todos los sensores y actuadores del prototipo con el PLC y el modulo Relé.
- El prototipo será usado en la industria para el servicio de Industrias Panelsan.
- Se identificaron problemas y luego soluciones a distintas etapas del proyecto.
- Por medio del video se puede evidenciar el funcionamiento de la envasadora.
- La envasadora ofrece grandes posibilidades de mejoras en un futuro.
- Se implemento un sistema HMI de forma inalámbrica que es muy práctico, llamativo e intuitivo.
- Se intento usar un sensor para detectar el nivel de llenado de las botellas pero no fue viable por lo que se opto por usar otro método como el de medir tiempos de llenado y programarlo en el PLC.

10. BIBLIOGRAFÍA

- Diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales
Escrito por Fred E. Meyers, Matthew P. Stephens.
Pearson Educación, 2006
- Sistemas SCADA
Escrito por Aquilino Rodríguez Penin.
Marcombo, 2007
- Autómatas programables
Escrito por Josep Balcells, José Luis Romeral, José Luis Romeral Martínez
Marcombo, 1997
- LOGO!
Escrito por Uwe Graune, Mike Thielert, Ludwig Wenzl
Wiley-VCH, 2009
- Instalaciones Domóticas
Escrito por Moro Vallina Miguel
Editorial Paraninfo, 2011
- Automatización de procesos de producción,
Escrito por Juan Carlos Villamizar.
Colombia 2003. ed: Sic Editorial *ISBN*