

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE QUITO

CARRERA:
INGENIERÍA ELECTRÓNICA

**Trabajo de titulación previo a la obtención del título de: INGENIERA
ELECTRÓNICA**

TEMA:
**DESARROLLO DE UN MÓDULO DE ABASTECIMIENTO PARA LA
FRITURA DE PLÁTANO EN LA EMPRESA “EL CAMPEÓN” DEL CANTÓN
CHONE.**

AUTORA:
ANDREA BELÉN ÁLAVA BRAVO

TUTORA:
LUISA FERNANDA SOTOMAYOR REINOSO

Quito, abril del 2016

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Yo Andrea Belén Álava Bravo con documento de identificación N° 1718926486, manifiesto mi voluntad y cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autor del trabajo de titulación intitulado: Desarrollo de un módulo de abastecimiento para la fritura de plátano en la empresa “El Campeón” del cantón Chone, mismo que ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniera Electrónica en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En aplicación a lo determinado en la Ley de Propiedad Intelectual, en mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia, suscribo este documento en el momento que hago entrega de l trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.



Andrea Belén Álava Bravo.

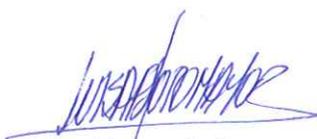
C.I: 1718926486

Quito, abril del 2016

DECLARATORIA DE COAUTORÍA DEL DOCENTE TUTOR/A

Yo declaro que bajo mi dirección y asesoría fue desarrollado el trabajo de titulación, “Desarrollo de un módulo de abastecimiento para la fritura de plátano en la empresa “El Campeón” del cantón Chone” realizado por Andrea Belén Álava Bravo obteniendo un producto que cumple con todos los requisitos estipulados por la Universidad Politécnica Salesiana, para ser considerados como trabajo final de titulación.

Quito, abril 2016



Luisa Fernanda Sotomayor Reinoso

CI: 1710953967

Dedicatoria

Dedico este trabajo a mis padres y hermano que son el pilar fundamental en mi vida, gracias a ellos a pesar de todos los obstáculos han sabido apoyarme y levantarme para seguir en mi camino.

A mi hermana GISSELLA ALAVA, que Dios la tiene en su gloria y yo sé que de ahí me ha estado cuidando y guiándome para que no desmaye, recordándome que las mejores batallas se las gana con bondad, optimismo, alegrías y sobre todo con amor.

Para ustedes con todo el amor y cariño.

Agradecimiento

Al Sr. Cesar Álvarez, dueño de la empresa “El Campeón” y su familia, por su incondicional apoyo y confianza durante la realización de este proyecto.

A mi tutora Ing. Luisa Sotomayor, por su paciencia y comprensión para cumplir este propósito.

Índice

| | |
|--|----|
| Introducción | 1 |
| Capítulo 1 | 2 |
| Antecedentes | 2 |
| 1.1 Planteamiento del problema | 2 |
| 1.2 Justificación..... | 2 |
| 1.3 Objetivos | 3 |
| 1.3.1 Objetivo general | 3 |
| 1.3.2 Objetivos específicos | 3 |
| Capítulo 2..... | 5 |
| Estado del arte, funcionamiento y componentes de las rebanadoras de plátanos | 5 |
| 2.1 Rebanadoras de chifles industriales..... | 5 |
| 2.2 Elementos y características..... | 6 |
| 2.2.1 Controladores electrónicos..... | 6 |
| 2.2.2 Tipos de controladores electrónicos | 7 |
| 2.3 PLC LOGO 8! | 7 |
| 2.3.1 Características | 7 |
| 2.4.1 Características | 8 |
| 2.5 Sistema neumático..... | 9 |
| 2.5.1 Unidad de mantenimiento | 9 |
| 2.5.2 Válvulas..... | 10 |
| 2.5.3 Actuador..... | 10 |
| 2.6 Protecciones NEMA | 11 |
| 2.7 Protecciones IP según la DIN en IEC60529..... | 12 |
| 2.8 Caracterización de proceso en la empresa " El Campeón". | 13 |
| Capítulo 3..... | 16 |
| Diseño e implementación del módulo de abastecimiento | 16 |
| 3.1 Descripción del equipo | 16 |
| 3.2 Diseño y construcción del abastecimiento | 16 |
| 3.3 Diseño del abastecimiento y molde para el corte longitudinal..... | 18 |

| | | |
|----------------------|---|----|
| 3.4 | Diseño del molde y abastecimiento para el corte transversal..... | 20 |
| 3.5 | Diseño del sistema neumático para el abasteciendo..... | 23 |
| 3.6 | Diseño del control para el sistema neumático | 27 |
| 3.7 | Implementación de sensor de proximidad en el los moldes de abastecimiento | 30 |
| 3.8 | Implementación de los sensores de presencia para el posicionamiento del cilindro..... | 32 |
| 3.9 | Diseño para el control del motor de la rebanadora..... | 34 |
| 3.10 | Diseño del tablero eléctrico para el control del abastecimiento y rebanadora 38 | |
| 3.11 | Implementación del tablero eléctrico para el control del abastecimiento y rebanadora | 43 |
| 3.12 | Diseño del sistema de instrumentación industrial | 45 |
| 3.13 | Implementación del módulo de abastecimiento a la freidora industrial..... | 46 |
| Capítulo 4 | | 49 |
| Pruebas y resultados | | 49 |
| 4.1 | Pruebas del funcionamiento para el módulo de abastecimiento..... | 49 |
| 4.2 | Resultados del funcionamiento del módulo de abastecimiento..... | 50 |
| Conclusiones | | 58 |
| Recomendaciones | | 59 |
| Referencias | | 60 |
| Anexos | | 62 |

Índice de Figuras

| | |
|---|----|
| Figura 1. Rebanadoras de plátanos industrial | 6 |
| Figura 2. LOGO 8! | 8 |
| Figura 3. Variador de frecuencia Siemens | 9 |
| Figura 4. Diagramas de bloques sistema electro neumático | 10 |
| Figura 5. Protección NEMA | 12 |
| Figura 6. Protección IP | 13 |
| Figura 7. Diagrama de bloques del proceso de producción | 14 |
| Figura 8. Rebandora de chifles sin módulo | 17 |
| Figura 9. Diseño molde longitudinal | 19 |
| Figura 10. Molde longitudinal | 20 |
| Figura 11. Diagrama de cuerpo libre | 21 |
| Figura 12. Diseño del molde transversal | 22 |
| Figura 13. Molde transversal | 23 |
| Figura 14. Diagrama sistema neumático | 25 |
| Figura 15. Diagrama de flujo control electro-neumático | 28 |
| Figura 16. Sensor de presencia de producto | 31 |
| Figura 17. Sensores de posicionamiento | 32 |
| Figura 18. Diagrama eléctrico del sistema de control neumático | 33 |
| Figura 19. Diagrama del sistema de control de la rebanadora | 37 |
| Figura 20. Diagrama electrico del sistema de control de la rebanadora | 38 |
| Figura 21. Diagrama electrico módulo de abastecimiento | 39 |
| Figura 22. Diseño tablero electrico | 42 |
| Figura 23. Tablero eléctrico para el módulo de abastecimiento | 44 |
| Figura 24. Diagrama de instrumentación industrial | 45 |
| Figura 25. Módulo de abastecimiento | 46 |
| Figura 26. Montaje módulo de abastecimiento | 47 |
| Figura 27. Cocinas artesanales | 51 |
| Figura 28. Rebanado Manual | 52 |
| Figura 29. Producción-Desperdicio verde transversal | 54 |
| Figura 30. Producción-Desperdicio verde longitudinal | 54 |
| Figura 31. Producción-Desperdicio pintón transversal | 55 |

| | |
|--|----|
| Figura 32. Producción-Desperdicio pintón longitudinal..... | 56 |
| Figura 33. Contador de producto | 57 |

Índice de tablas

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Medida del plátano..... | 17 |
| Tabla 2. Fuerza aplicada al plátano..... | 24 |
| Tabla 3. Porcentaje del flujo de caudal | 26 |
| Tabla 4. Relación de marcas sistema de neumático y Logo | 29 |
| Tabla 5. Datos de placa de motor..... | 34 |
| Tabla 6. Parámetros para variador de frecuencia. | 35 |
| Tabla 7. Potencia de consumo..... | 40 |
| Tabla 8. Relación Caudal –Velocidad lineal..... | 50 |
| Tabla 9. Trabajo realizado con para el proceso del verde..... | 52 |

Índice de anexos

| | |
|---|----|
| Anexo 1. Tablas para la selección del cilindro neumático..... | 62 |
| Anexo 2. Programación..... | 70 |
| Anexo 3. Construcción tablero..... | 74 |
| Anexo 4. Tabla de instrumentación | 75 |

Resumen

La freidora industrial utilizada por la empresa “El Campeón”, fue construida en forma empírica, gracias al emprendimiento de su propietario. Esta máquina presenta inconvenientes tanto en su parte mecánica como electrónica. Una de estas es la rebanadora de chifles y abastecimiento del producto existiendo un 40 % de desperdicio, lo que implica grandes pérdidas de producción.

Teniendo en cuenta este problema se realizó el diseño, construcción y puesta en marcha de un módulo de abastecimiento para la fritura de plátanos controlando la velocidad de la cuchilla de corte y automatizando el abastecimiento del producto para reducir el desperdicio y aumentado su productividad.

La empresa al tener diferentes productos de fritura, ya sea del plátano verde, pintón o maduro, debe generar diferentes velocidades de corte para lo cual se utilizó un variador de frecuencia para controlar el motor del disco de corte.

Para automatizar el abastecimiento se usó un sistema electroneumático, se diseñó y construyó moldes para el corte longitudinal y transversal acoplados al actuador neumático.

La parte del control se realizó con el relé programable LOGO, lo que reduce el tamaño del tablero de control y mejora los tiempos de producción. Se diseñó y se instaló los elementos de potencia y de control en el tablero, brindando la protección adecuada a los instrumentos utilizados en el desarrollo de este proyecto.

Con la implementación de este módulo se logró mejorar hasta un 63,05 % de desperdicio, este resultado dependerá del volumen de producción y del producto a procesar en la fábrica.

Abstract

The industrial fryer used by “El Campeón” Company, was built empirically, due to the entrepreneurship of the owner. This machine submit drawbacks in both mechanical and electronic. One of these is the chips banana slicer and the product supply, having 40 % of waste, implying a big production losses.

Considering this problem the design was performed, construction and commissioning of a supply module for fried bananas, controlling the speed of the cutting blade and automating the product supply, this help to reduce the waste and increase the production.

The company has different kinds of frying, like green banana, banana that change color as they mature and mature banana, the slice speed has to be different. This is performed with a frequency variator to controlling the engine blade.

For automating the supply product was used an electro pneumatic system, it was designed and build the shapes for the cut, both longitudinal and transversal, coupled to pneumatic actuator.

The part of control was performed by the programmable rele LOGO, this reduce the size of the control board and improve the time of production. Was designed and inducted the installation of the power elements and control, in the board, offering up the right protection to the instruments used in the development of this project.

With the implementation of this module it was improved to 63,05% of waste, this result will depend on the volume of production and product processing for the factory.

Introducción

La venta de productos pre-fabricados ha crecido significativamente por el ritmo de vida que se lleva, la sociedad busca formas prácticas para alimentarse con mayor facilidad, encontrando estos en tiendas, bares o lugares donde expendan productos alimenticios.

Al ingresar una nueva marca de producto al mercado y esta tiene aceptación por el consumidor, conlleva que el fabricante busque maneras para aumentar su producción, optimizando recursos, esfuerzo, tiempo y dinero.

En la industria alimenticia se debe tener un alto control de calidad, cumpliendo normas y requisitos para que el producto final sea apto para el consumo humano.

Las microempresas en el Ecuador con el apoyo financiero del gobierno nacional y la empresa privada les permitieron expandirse e ir creciendo como empresa. Esto ayudó para implementar maquinarias, estructuras físicas como galpones o compra de materia prima para cumplir certificaciones de consumo.

La empresa “El Campeón”, donde se procesa chifles para la comercialización, tiene cinco años funcionando con cocinas artesanales para la elaboración de dicho producto.

El señor Cesar Álvarez, dueño de esta empresa al tener mayor venta de su producto con su gran iniciativa e ingenio puso en marcha empíricamente la construcción de una cocina industrial para la fritura del plátano verde y poder aumentar su producción.

Capítulo 1

Antecedentes

1.1 Planteamiento del problema

En la actualidad con el ritmo de vida en las grandes ciudades, ha aumentado el consumo de alimentos pre-fabricados, sobre todo de snacks. En el Ecuador esta industria ha progresado con la aparición de nuevos productos, como por ejemplo, los chifles, yucas y camote; estas industrias en su mayoría fueron artesanales pero con apoyo e incentivos se están industrializando.

En el caso de la producción de chifles por parte de la microempresa “El Campeón” ubicada en la provincia de Manabí cantón Chone, Vía Flavio Alfaro, es una empresa con cinco años en el mercado elaborando y empacando chifles, con los mejores productos manabitas: plátano verde, aceite vegetal de palma y sal 100% CHONERO. Esta empresa se encuentra construyendo e implementado maquinaria para aumentar su producción, mejorando la calidad sin perder su sabor característico.

La planta consta de la zona de embarque y de desembarque del plátano, peladora, una freidora industrial y una empacadora industrial. En el área de producción existe un alto grado de desperdicios tanto en la freidora industrial y en las cocinas artesanales, sobre todo en el proceso de corte del plátano lo que representa pérdidas económicas y baja producción, lo que ocasiona que las ganancias disminuyan.

Por lo antes descrito el presente trabajo mejorará el proceso de corte del plátano en la freidora industrial, controlando la velocidad de la cuchilla de corte y se automatizará el abastecimiento del producto.

1.2 Justificación

Las normativas de producción implementadas en el país impulsan a las empresas a que orienten sus prácticas de fabricación hacia la obtención de certificaciones BPM (Buenas Prácticas de Manufactura), que se enfocan en forma conjunta a las materias

primas y la forma de operar del establecimiento. Se tiene en cuenta la estructura de la empresa, la higiene, el talento humano, el almacenamiento y transporte tanto para las materias primas como para el producto final. Se verifican también los controles de los procesos y su respectiva documentación. (Ministerio de Salud Pública, 2013)

La empresa “El campeón” ha crecido de forma progresiva por lo que se ha implementado un equipo más sofisticado para freír chifles, este equipo fue desarrollado empíricamente y no cuenta con todas las seguridades requeridas y una alta automatización.

La automatización en el abastecimiento de la línea de chifles permitirá mejorar la forma de operar, reducir el desperdicio, mejorar las condiciones de seguridad para así lograr tener buenas prácticas de manufactura.

Este proyecto automatizará la parte del abastecimiento de chifles hacia la freidora industrial, por la cual, contará con un dispensador de plátanos que irán hacia la cortadora con mando neumático; la velocidad de corte estará controlada por un variador, lo cual permitirá dos frecuencias de corte dependiendo la clase de producto a freír.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Desarrollar de un módulo de abastecimiento para la fritura de plátano en la empresa “El campeón” del Cantón Chone.

1.3.2 Objetivos específicos

- Caracterizar el proceso de la elaboración de chifles en la empresa “El campeón” del cantón Chone para comprender su funcionamiento.
- Diseñar un módulo de abastecimiento para la fritura de plátano verde mediante un sistema electro-neumático y regulación de la velocidad para el corte.

- Construir y poner en marcha el sistema de control para el módulo de abastecimiento mediante un mando local y controlador electrónico.
- Probar el correcto funcionamiento del sistema de control para el módulo de abastecimiento de plátano para la elaboración de chifles.

Capítulo 2

Estado del arte, funcionamiento y componentes de las rebanadoras de plátanos

En este capítulo se hablará de los módulos de abastecimiento para la fritura de chifles, así como de las características de los elementos utilizados en el desarrollo de este proyecto en la empresa “El Campeón”.

2.1 Rebanadoras de chifles industriales.

Durante la segunda mitad del siglo XVIII en Inglaterra, aparece un período histórico conocido como la revolución industrial, el cual aportó grandes cambios desde lo económico, social y tecnológico, dando un paso desde una economía rural basada en la agricultura y el comercio a una economía urbana de industrialización, comenzado con grandes inventos como la máquina de vapor, la máquina de telar y el telégrafo. A mediados del siglo XIX, los avances en la ciencia y tecnología permitió a las máquinas mejorar sus procesos en la producción, pasando de producción artesanal a industrial utilizando nuevas fuentes energéticas. (Atom, 2010)

Ecuador está lleno de grandes riquezas debido a sus recursos naturales, es un país en vías de desarrollo, que sigue siendo generador de materia prima. En los últimos años gente emprendedora, artesanos y microempresarios han ido creciendo formando parte del sector estratégico del país.

A través de los años la industria alimenticia ha crecido en forma acelerada, por el aumento exponencial de la población lo que ha implicado crear nuevas técnicas y herramientas de trabajos para mejorar la producción, cumpliendo normas de seguridad y calidad.

En la industria de snack existen diferentes tipos de maquinaria para procesar desde la materia prima hasta tener el producto final. Si se habla de papas, chifles el proceso de producción es similar, comenzando desde la selección del producto, procesado, control de calidad y empaque.

Las rebanadoras de chifles a nivel industrial que se encuentran en el mercado son manuales y dependen de la pericia del operador principalmente para su uso. Unas de las características más importantes de estas rebanadoras son el disco de corte con cuchillas industriales, las que permiten calibrar el espesor del producto.

Se tiene dos modelos de corte longitudinal y transversal. El motor que va acoplado al disco de corte es generalmente un motor eléctrico DC que gira a la velocidad nominal y cuya activación se realiza mediante un switch de ON/OFF, como se muestra en la Figura 1.



2.2 Elementos y características

2.2.1 Controladores electrónicos

Son instrumentos utilizados industrialmente en maquinarias o equipos que deben cumplir una determina función.

2.2.2 Tipos de controladores electrónicos

A nivel industrial los controladores electrónicos de acuerdo a la necesidad son muy utilizados y estos se dividen en tres tipos que son:

- Manuales
- Semiautomáticos
- Automáticos

Los controladores electrónicos manuales son aquellos donde el operario realiza el cambio de condición del funcionamiento de la maquinaria o equipo mediante un switch, botón o algún mecanismo.

Los controladores electrónicos semiautomáticos son aquellos donde utilizan un arrancador electromagnético y uno o más mandos manuales. (Rodriguez, 2011)

Los controladores electrónicos automáticos son los elementos de trabajo electromagnético o contacto controlado por uno o más dispositivos pilotos automáticos. (Blogspot, 2010)

2.3 PLC LOGO 8!

LOGO! es un relé lógico programable que permite resolver pequeñas tareas de control y automatización, básicamente funciona de la siguiente manera: al LOGO!, se le dan como datos de entrada una serie de señales, las cuales van a ser procesadas en el programa, y el LOGO! va a dar como resultado unos datos de salida. (Siemens, 2003).

2.3.1 Características

Es un módulo universal, tiene integrados de control, unidad de mando, retroiluminación, fuente de alimentación, interfaz de módulos de ampliación, interfaz de módulo de programación con funciones básicas de control, ocho entradas y cuatro salidas, así como marcas tanto digitales y analógicas. Existen de dos tipos dependiendo del voltaje el de 24V o el 230V, y a su vez una variante con pantalla, y

la comunicación es vía Ethernet. En la Figura 2 se muestra uno de los tipos de relés programables. (Siemens, 2003).



2.4 Variador de frecuencia G110 Siemens.

Un variador de frecuencia es un controlador electrónico que me permite variar la velocidad de los motores eléctricos de inducción, ya sea de tensión, frecuencia o de corriente.

2.4.1 Características

Normalmente estos variadores son para motores pequeños que utilizan una tensión monofásica y para motores de gran potencia con una red trifásica. Poseen entradas y salidas tanto digitales como analógicas, puertos de comunicación serial, red LAN, buses industriales, conexiones tipo Ethernet o USB para terminales externos y ordenadores. (Siemens, 2015)

Las conexiones del motor son generalmente trifásicas para conexión directa en triángulo o estrella según la tensión del motor. En la Figura 3 se muestra uno de los variadores de velocidad que se encuentra en el mercado.

Variador de frecuencia Siemens



Figura 3. Variador de Frecuencia tipo G110 para potencias de 0.12 kW a 3 kW
Fuente: (Siemens, s.f.)

2.5 Sistema neumático

A nivel local las industrias han tenido un gran desarrollo, siendo el control neumático un componente muy importante en este avance, sobre todo en las industrias automotrices, eléctricas y alimenticias, ya que el aire comprimido se convierte en energía mecánica para mover y hacer funcionar mecanismos.

En la industria alimenticia el sistema neumático es una herramienta muy utilizada ya que el aire comprimido no permite que el producto se contamine, contrario a los sistemas hidráulicos que usan aceite para su funcionamiento.

2.5.1 Unidad de mantenimiento

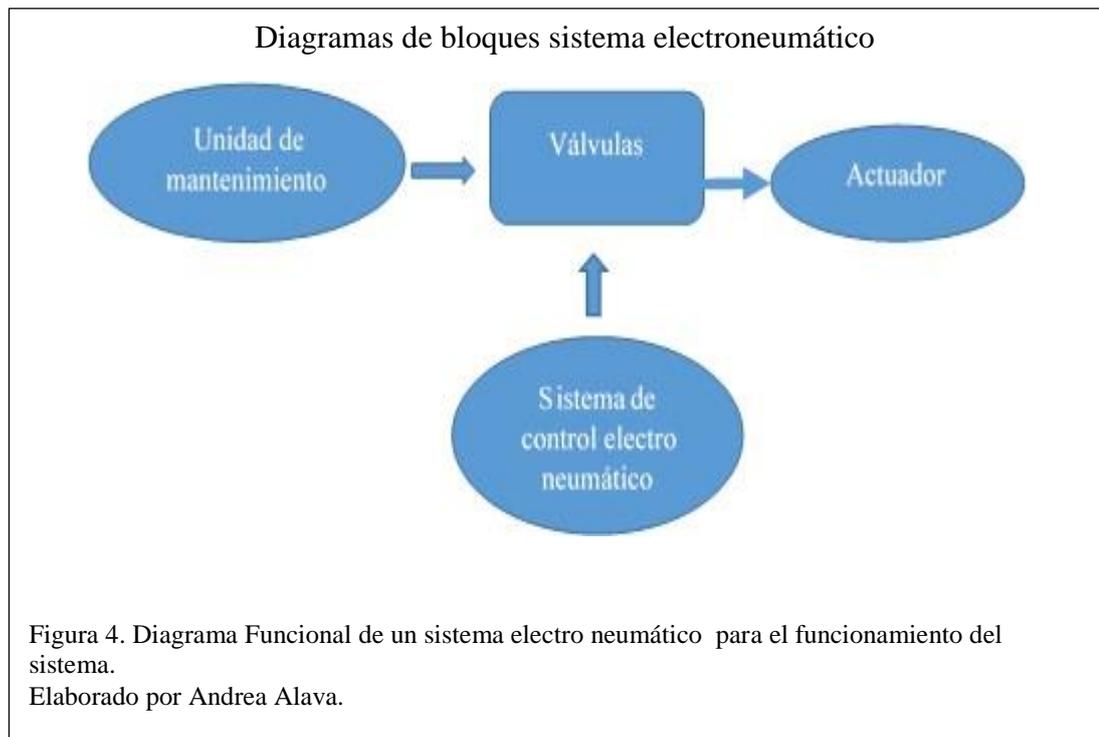
La unidad de mantenimiento es uno de los elementos neumáticos que permite que ingrese el aire a presión y filtre las impurezas. Luego el aire pasa por una fase de regulación que permite mantener la presión constante sin que afecte las variaciones de presión. En la etapa de lubricación es donde una vez finalizada la etapa de regulación y filtrado, el aire comprimido se mezcla con una leve capa de aceite para que los dispositivos eviten el desgaste, y tengan protección de las piezas móviles.

2.5.2 Válvulas

Las válvulas son elementos que permiten el direccionamiento y control del flujo del aire comprimido. Estas se dividen por el número de posiciones, número de vías y de la acción que van a realizar.

2.5.3 Actuador

Los actuadores neumáticos permiten transformar el flujo de aire en energía para poder mover los diferentes mecanismos, donde sus movimientos pueden ser lineales o rotativos. En la Figura 4 se muestra el diagrama básico del funcionamiento del sistema neumático.



2.5.3.1 Cilindro neumático doble efecto

Al escoger un cilindro se debe verificar las siguientes operaciones como indica (Garrigós, 2013):

- Cálculo de fuerza

- Verificación de pandeo
- Capacidad de amortiguación
- Fuerzas radiales
- Consumo de aire comprimido.

La fuerza de un cilindro se calcula mediante la fuerza necesaria que es el área por la presión absoluta restando las fuerzas de avance y de retroceso, sobre la fuerza teórica que es la fuerza desarrollada en función del diámetro del émbolo, la resistencia producida por el rozamiento y la presión donde el coeficiente no debe pasar el 0,7 que expresado en porcentaje es el 70 % .

La verificación de pandeo consiste en constatar que la barra al someterse a un esfuerzo no debe sufrir deformaciones.

La capacidad de amortiguamiento es la cualidad del vástago de soportar el golpe al llegar al final de carrera, esto dependerá de la carga que va a soportar.

El movimiento generado por un mecanismo genera fuerzas radiales en la entrada y salida del vástago y no deben superar los valores máximos de cargas para los cilindros establecido en el Anexo 1.

El consumo de aire comprimido va depender de la superficie del émbolo, la longitud de carrera, el número de carrera por minuto y la presión absoluta.

2.6 Protecciones NEMA

National Electrical Manufacturers Association ó NEMA es una asociación que internacional proporciona normas de servicios de calidad, regulaciones administrativas y las actividades comerciales para las industrias. La NEMA proporciona estándares que dependiendo de la aplicación industrial a la que va encaminada el encapsulamiento y protección e envolvente en los diferentes ambientes. (National Electrical Manufacturers Association, 2014).

En la Figura 5 se puede ver los tipos de protección propuesta por NEMA.

| Protección NEMA | |
|---------------------|---|
| Grado de Protección | Descripción |
| NEMA 1 | Instalación interior, protege contra la caída de suciedad |
| NEMA 2 | Instalación interior, protege contra la caída de suciedad y el goteo de agua |
| NEMA 3 | Instalación exterior, protege contra lluvia, aguanieve y polvo transportado por el viento; además protege contra daños ocasionados por la formación de hielo exterior sobre el armario |
| NEMA 3R | Instalación exterior, protege contra lluvia, aguanieve; además protege contra daños ocasionados por la formación de hielo exterior sobre el armario |
| NEMA 3S | Instalación interior o exterior, protege contra lluvia, aguanieve y polvo transportado por el viento; además, los mecanismos externos permanecen operativos a pesar de la formación de hielo |
| NEMA 4 | Instalación interior o exterior, protege contra el polvo transportado por el viento y la lluvia, salpicaduras de agua y agua proyectada; además protege contra daños ocasionados por la formación de hielo exterior sobre el armario |
| NEMA 4X | Instalación interior o exterior, protege contra el polvo transportado por el viento y la lluvia, salpicaduras de agua, agua proyectada y corrosión; además protege contra daños ocasionados por la formación de hielo exterior sobre el armario |
| NEMA 5 | Protección interior contra caída de suciedad, acumulación del polvo del aire ambiental, así como contra el goteo de líquidos no corrosivos |
| NEMA 6 | Protección interior o exterior contra caída de suciedad, chorro de agua y entrada de agua a causa de la inmersión parcial, limitada a una profundidad determinada; así como protección contra daños provocados por la formación de hielo |
| NEMA 6P | Protección interior o exterior contra proyección de agua y entrada de agua a causa de la inmersión prolongada a una profundidad determinada; así como protección contra daños provocados por la formación de hielo |
| NEMA 12 | Protección interior contra caída de suciedad, acumulación del polvo del aire ambiental, así como contra el goteo de líquidos no corrosivos. |
| NEMA 13 | Protección interior contra polvo, caída de suciedad, salpicaduras de agua y aceite, así como medios refrigerantes no corrosivos |

Figura 5. Esta es la tabla para protección NEMA,
Fuente: (National Electrical Manufacturers Association, 2014)

2.7 Protecciones IP según la DIN en IEC60529

La DIN en IEC60529 hace referencia a la norma internacional sobre los grados de protección a equipos eléctricos y electrónicos contra cuerpos extraños. Este sistema se clasifica con las letras IP y dos dígitos, donde el primer dígito hace referencia a los grados de protección con respecto a cuerpos extraños y objetos sólidos, y el segundo dígito hace referencia a los grados de protección con respecto al ingreso perjudicial de agua. Se puede establecer que mientras mayor sea el número más grados de protección

obtiene el equipo. Si esta identificación cuenta con un solo número entonces el equipo únicamente tendrá una de las dos protecciones. (International Electrochemical Commission, 2014)

En la Figura 6 se puede ver la tabla referenciada por la International Electrochemical Commission con los grados de protección IP.

Protección IP

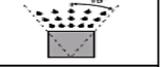
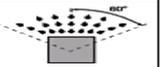
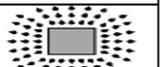
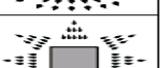
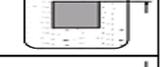
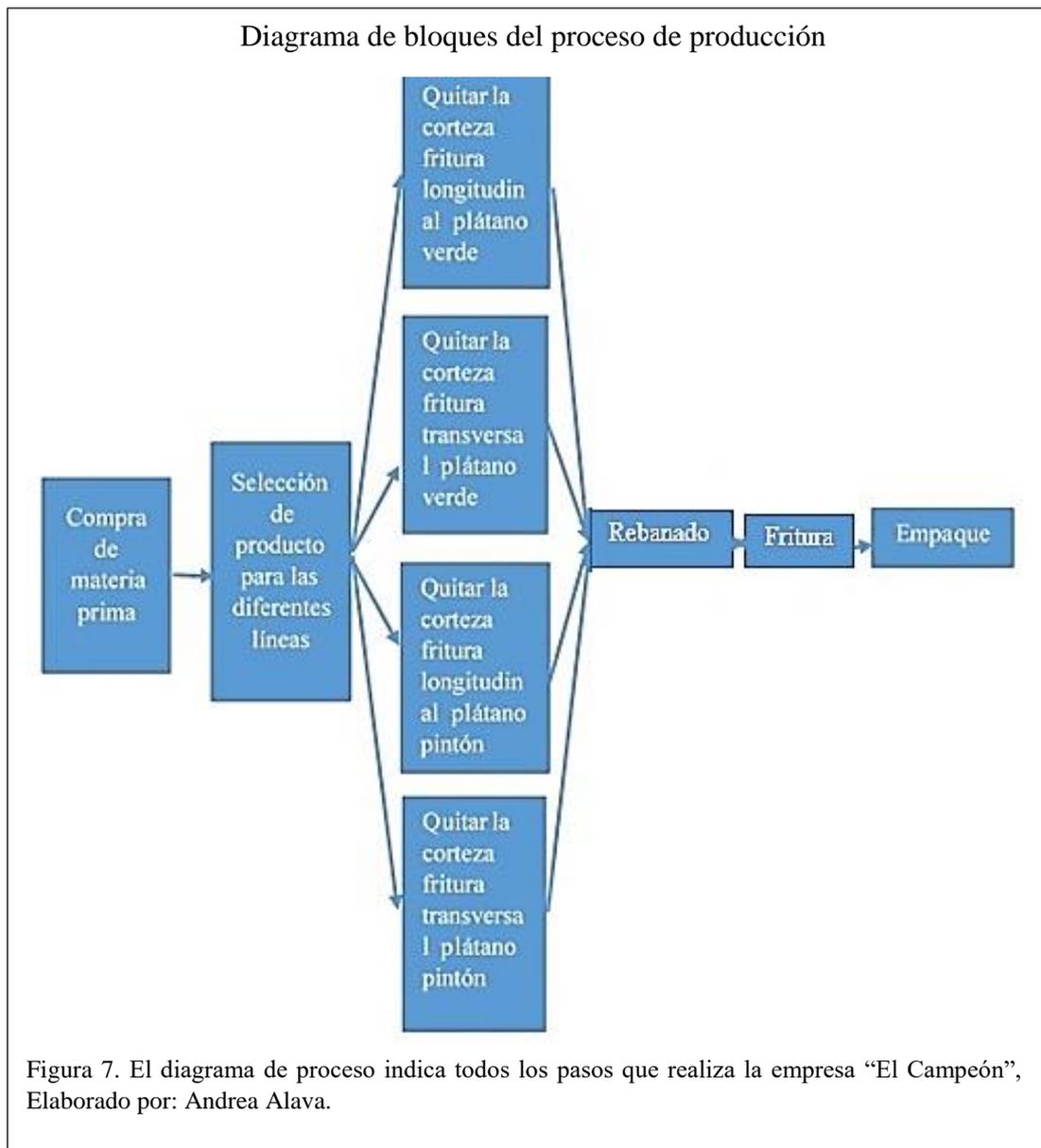
| 1° dígito | Grados de protección con respecto a cuerpos extraños y objetos sólidos | 2° dígito | Grado de protección con respecto al ingreso perjudicial de agua |
|-----------|--|-----------|---|
| 0 | Sin Protección  | 0 | Sin protección  |
| 1 | Protección contra objetos sólidos con Ø 50 mm y superior  | 1 | Protección contra caídas verticales de agua  |
| 2 | Protección contra objetos sólidos con Ø 12.5 mm y superior  | 2 | Protección contra caídas verticales de gotas de agua para una inclinación máxima de 15°  |
| 3 | Protección contra objetos sólidos con Ø 2.5 mm y superior  | 3 | Protección contra salpicaduras de agua de un ángulo hasta 60° en ambos lados  |
| 4 | Protección contra objetos sólidos con Ø 1.0 mm y superior  | 4 | Protección contra salpicaduras de agua en todas direcciones  |
| 5 | Protección contra polvo a una presión de 200 mm de columna de agua  | 5 | Protección contra chorros de agua a baja presión  |
| 6 | Protección total contra polvo  | 6 | Protección contra agua que por momentos inunda el equipo por ejemplo mares embravecidos  |
| | | 7 | Protección contra inmersión  |
| | | 8 | Protección contra sumersión  |

Figura 6. Tabla de Protección IP para elementos eléctricos y electrónicos,
Fuente: (International Electrochemical Commission, 2014)

2.8 Caracterización de proceso en la empresa " El Campeón".

El proceso de fritura de chifles en la empresa "El Campeón" se describe a continuación en la Figura 7.



En la empresa “El Campeón”, se cumple el siguiente proceso de producción que comienza con la compra de materia prima a los diferentes agricultores de la zona o se cosecha de las plantaciones de plátano que posee el propietario. Se selecciona el producto de forma manual para los diferentes tipos de rebanado que son el longitudinal y el transversal. Se quita la corteza y se limpia el plátano que va ser procesado en el día de trabajo.

El producto se reparte en las máquinas artesanales que son manejadas por tres operarios que realizan el rebanado y la cocción; la freidora industrial es utilizada una vez por semana en la producción de una sola línea de producto.

El chifle se lo lleva a la empacadora automática, la cual es programada para abastecer los diferentes tamaños y tipos de los productos. Al finalizar se realiza el respectivo inventario y despacho.

El presente trabajo se va a centrar en el proceso de automatización y control del rebanado y corte para la freidora industrial.

Capítulo 3

Diseño e implementación del módulo de abastecimiento

En este capítulo se describe el diseño y la construcción del módulo de abastecimiento, así como los planos, esquemas y diagramas que son utilizados para su construcción.

3.1 Descripción del equipo

El módulo de abastecimiento está construido para reducir el desperdicio de plátano y ser de fácil uso para el operario. El principal objetivo del proyecto es diseñar el abastecimiento que permita al plátano ingresar hacia el molde de corte. La señal de pistón estará activa en bucle infinito, donde el vástago acoplado al molde empujará la materia prima hacia la cortadora; las señales de entrada y salida serán comandadas por un controlador electrónico LOGO!, un sensor de presencia llevará el conteo del producto que se mostrará en la pantalla del relé programable y mediante un variador de frecuencia se controlará la velocidad del motor que tiene acoplado a su eje el disco de corte.

3.2 Diseño y construcción del abastecimiento

En la industria “El Campeón” la cortadora se encuentra ubicada a 17° de la freidora, por lo consiguiente en los diferentes tipos de estructuras del abastecimiento se ha tomado en cuenta la inclinación y los datos de la Tabla 1. Se muestra la posición de la cortadora en la Figura 8

Rebandora de chifles sin módulo



Figura 8. Posición de la cortadora a 17 grados sin módulo de abastecimiento de la freidora industrial en la empresa “El Campeón”,
Elaborado por Andrea Alava.

Los plátanos al no tener una forma uniforme, se determinó la media de un lote, como se observa en la Tabla 1, estos datos son la base del diseño realizado.

Tabla 1. Medida del plátano

| | |
|------------------|---------|
| Largo | 220 mm |
| Diámetro | 21 mm |
| Peso | 176,5 g |
| Curvatura | 53 mm |

Nota: Se da a conocer la media del plátano calculada de un lote de plátanos.
Elaborado por: Andrea Alava

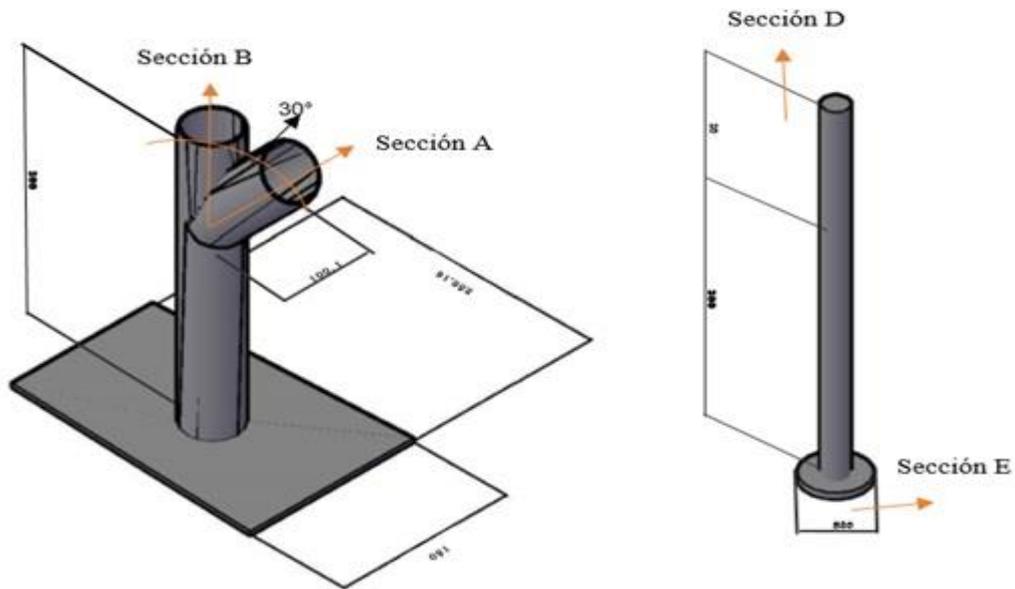
3.3 Diseño del abastecimiento y molde para el corte longitudinal.

Con los datos de la Tabla 1, se realiza el diseño del molde de abastecimiento, en la Figura 9 se puede observar las partes que lo conforman con sus respectivas dimensiones. El diseño del molde de abastecimiento del corte redondo es hecho en el software AutoCAD y muestra la vista frontal e inferior.

El diseño consta de dos partes, la primera parte constituida por tres secciones: A, B y C. Siendo la sección A por donde se abastece la materia prima, que sigue el trayecto de la estructura hasta salir por la sección C, que se encuentra ubicada sobre el área de acción de la cuchilla de corte. B constituye la sección en donde se acopla la parte 2 conformada por D y E, que empujan al plátano hacia la cuchilla de corte conforme esta avanza por el conducto de la estructura de la parte 1. Para el ángulo de inclinación entre la sección A y B se tomó en cuenta la curvatura y la longitud del plátano, entre mayor longitud y curvatura presente, el ángulo de inclinación debe ser menor, por tal razón se escogió un ángulo de 30°.

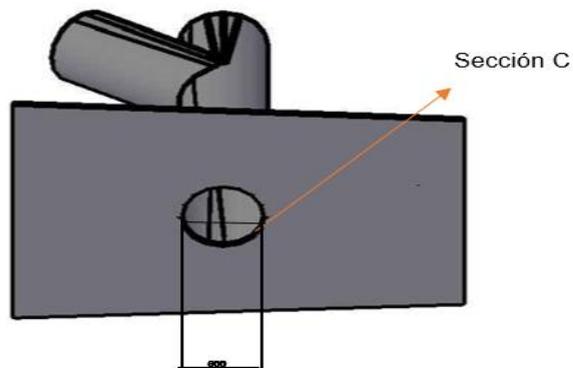
La altura de la parte 2, es 3 cm más alta que la altura de la parte 1, debido a que en la sección D se acopla al vástago del cilindro neumático que desplaza la pieza de empuje, y se debe tener en cuenta que las estructuras del abastecimiento para las diferentes presentaciones de producto son desmontables.

Diseño molde longitudinal



Parte 1 Frontal

Parte 2 Frontal



Parte 1 Inferior

Figura 9. Estructura diseñada en AutoCAD del molde de abastecimiento del corte longitudinal con las vistas frontal e inferior.

Elaborado por: Andrea Alava.

Después de las pruebas realizadas con un molde de aluminio galvanizado, se construye la estructura en acero inoxidable (INOX), la estructura final se visualiza en la Figura 10.

Molde longitudinal



Figura 10. Estructura realizada en inox para el molde longitudinal.
Elaborado por: Andrea Alava

Los perfiles tipo L metálico colocados en la base permitirán empernar sobre la estructura donde va estar colocado el módulo de abastecimiento.

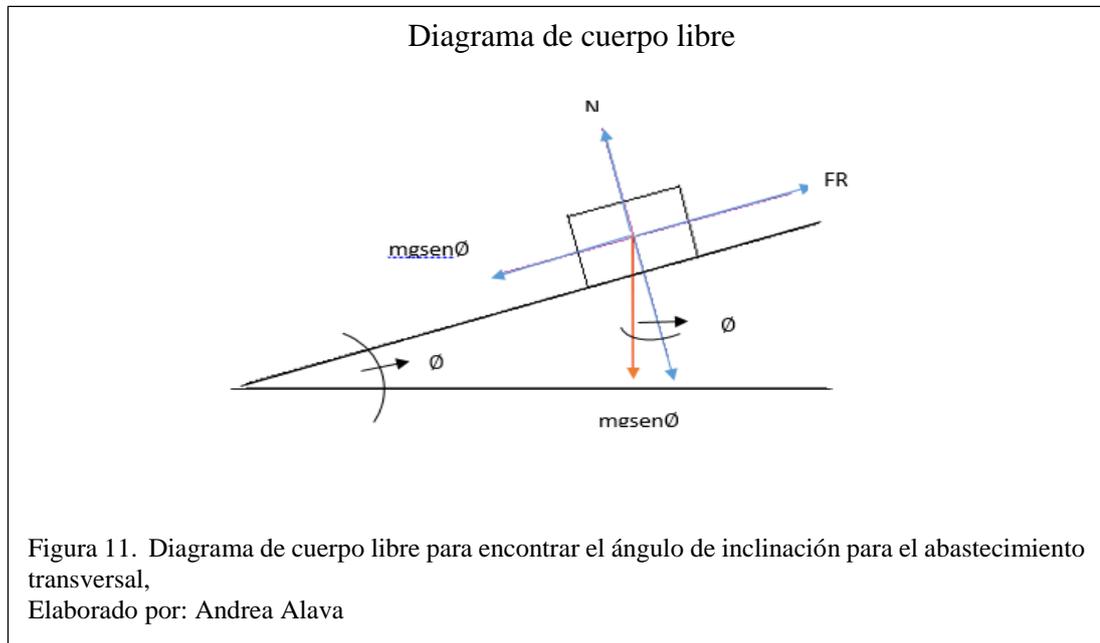
3.4 Diseño del molde y abastecimiento para el corte transversal.

Con los datos de la Tabla 1, se realiza el diseño del molde de abastecimiento, en la Figura 12 se puede ver las partes que lo conforman con sus respectivas dimensiones.

El diseño consta de tres partes, la parte 1 es la estructura que permite el abastecimiento del producto por la sección A para que caiga hacia la cuchilla de corte, B constituye la sección por donde ingresa la parte 2, para que el cilindro neumático acoplado al molde empuje al plátano hacia la cuchilla de corte conforme esta avanza por el conducto de la estructura.

La parte 3 permite que se deslice el plátano e ingrese a la sección A, tomando en cuenta la inclinación de la cortadora con la freidora, se diseña la plataforma de abastecimiento para encontrar la paralela y su centro de equilibrio.

En el diagrama de cuerpo libre ubicado en la Figura 11, se realiza la sumatoria de fuerzas para encontrar el coeficiente de fricción con el cual se va deslizar el plátano.



En el diagrama de fuerzas se encontró que $\theta=17^\circ$, el coeficiente de fricción del acero inoxidable bajo las condiciones del 10 % de cromo aproximadamente con un coeficiente de deslizamiento de 0.5 como lo indica (Coello, 2008).

Además se diseñó guías y soporte desde el cilindro neumático hacia el módulo de abastecimiento para que el vástago no sufra desgaste y dirija el movimiento de forma lineal.

Diseño del molde transversal

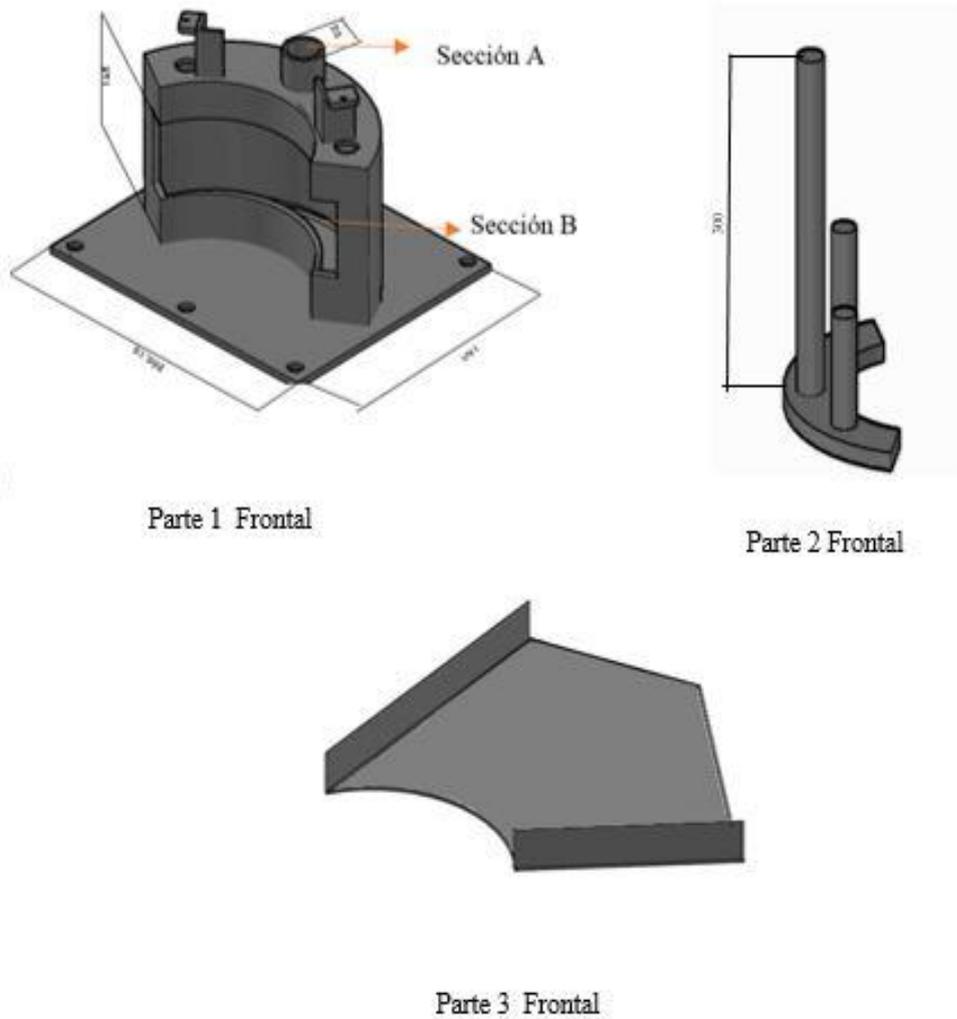


Figura 12. Estructura diseñada en AutoCAD del molde de abastecimiento del corte transversal con la vista frontal de las diferentes partes.
Elaborado por: Andrea Alava

En el cálculo del ángulo de inclinación no se ha tomado en cuenta la fricción del plátano que hace que el coeficiente de fricción cambie. De las pruebas realizadas con un molde en aluminio galvanizado se comprobó que el ángulo más óptimo es 20° y posteriormente, se procede a construir en acero inoxidable (INOX), la estructura se visualiza en la Figura 13.

Molde transversal



Figura 13. Estructura realizada en inox para el molde transversal.
Elaborado por: Andrea Alava

3.5 Diseño del sistema neumático para el abasteciendo

El sistema neumático para el módulo de abastecimiento proporciona el empuje para que la materia prima llegue hacia la rebanadora, tiene un mando electrónico, que comandará el circuito. El circuito consta de un cilindro doble efecto, una electroválvula 5/3 biestable a 220 VAC, una unidad de mantenimiento, mangueras de poliuretano, reguladores de caudal y los conectores. La fuerza ejercida sobre la materia prima debe ser constante, para evitar el quiebre total en el material de la materia.

Para este sistema se eligió trabajar con la línea Midman, ya que es una industria dedicada a los sistemas industriales de automatización, tiene una amplia variedad de productos de alta tecnología y precios accesibles. Sus catálogos indican información técnica para el uso de los artículos, como simbología, caudales, velocidades, fuerzas de los cilindros, dimensionamiento de los amortiguadores e información general. (Midman, 2013)

Al dimensionar el cilindro neumático es necesario calcular la fuerza aplicada al plátano antes que se deforme, la Tabla 2 muestra los datos para los diferentes tipos de productos que son el plátano verde y el pintón con la posición para el rebanado.

Tabla 2. Fuerza aplicada al plátano

| PRODUCTO | VERDE | PINTÓN |
|---------------------|--------------|---------------|
| CORTE | | |
| LONGITUDINAL | 81,34N | 73,5N |
| TRANSVERSAL | 70,56N | 67,62N |

Nota: La fuerza en Newton aplicada al plátano antes que llegue a su punto de deformación sumando el valor del peso de los moldes para el empuje del plátano.

Elaborado por: Andrea Alava

Para dimensionar el cilindro con la Tabla 2 y mediante las especificaciones en el catálogo Mindman (2014), se escoge un cilindro doble efecto de diámetro de 32 mm de émbolo y diámetro del vástago de 12 mm con camisa perfilada, vástago de acero cromado serie MCQI2 cumpliendo las normas ISO y VDMA para especificaciones estándar de cilindros, con fuerza de 105.84 N a 6 Bar de presión.

La longitud de carrera del vástago es de 300 mm y esta adecuada con los de los moldes de abastecimiento.

Se realizaron las respectivas verificaciones para el uso del cilindro, comenzado con la fuerza del cilindro con un coeficiente de 26,67 % que se encuentra dentro del rango admisible, calculando la fuerza necesaria a -23,72 N con un rozamiento de 0,2 como lo indica (Garrigós, 2013) y la fuerza teórica de -88.92 N que se verificó en la Tabla de fuerza teórica del cilindro que se encuentra en el Anexo 1.

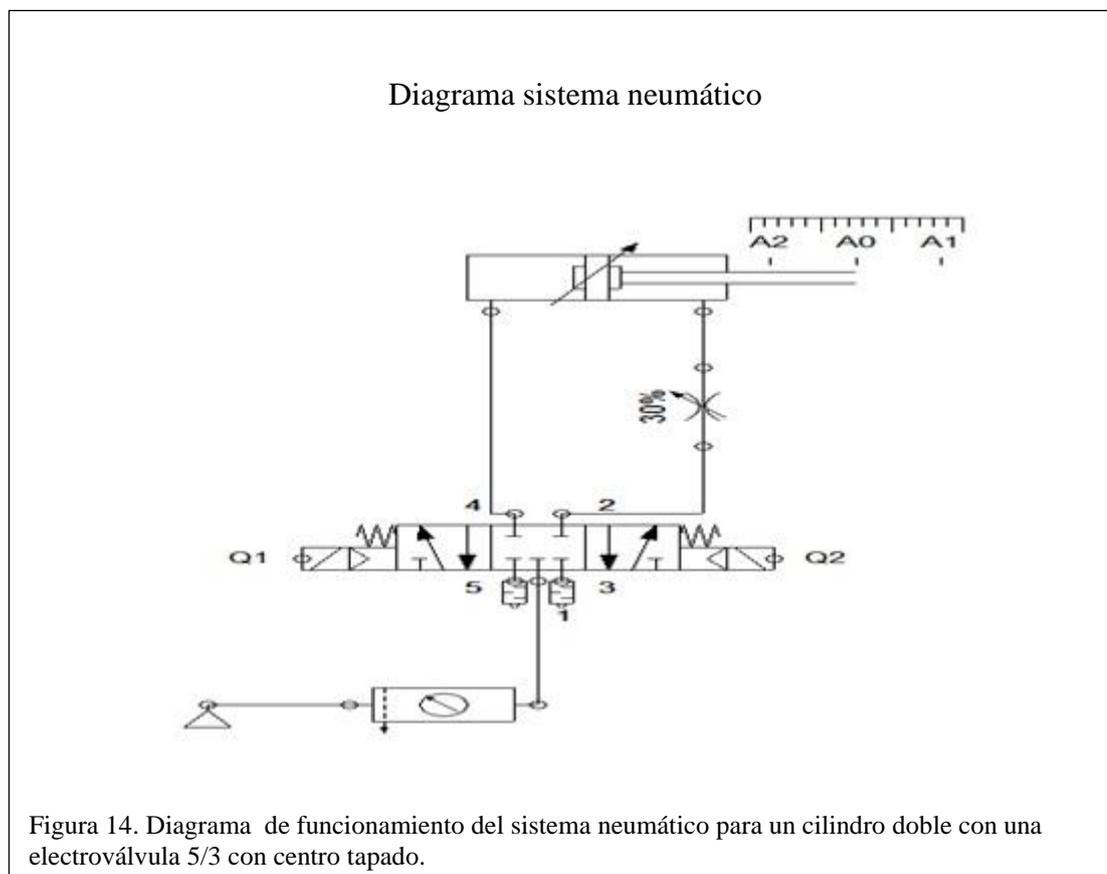
Mediante la gráfica de verificación de pandeo que se encuentra en el Anexo 1 se puede comprobar que para un cilindro de 500 mm de carrera incluido la extensión del abastecimiento y el diámetro de émbolo de 12 mm, el esfuerzo máximo es de 400 N y la compresión máxima del plátano no supera los 82 N.

El consumo de aire es de 0,203575 l/cm que no superó los límites de retracción y extensión del cilindro que se puede verificar en el Anexo 1.

La verificación de cargas lineales dependió del diámetro del cilindro, la carrera del vástago y la carga en el extremo del vástago que mediante la Tabla de cargas máximas para cilindros que se encuentra en el Anexo 1, se comprobó que puede soportar hasta 40 N, y la carga para el cilindro es de 22 N.

Una electroválvula 5/3 marca Mindman (2014), con voltaje a 220 V biestable con centro tapado y retorno muelle, permite el control de las solenoides mediante el LOGO!.

Los sensores de posicionamiento se instalaron en la camisa perfilada del cilindro, son tipo reed switch de dos hilos con protección IP 67-ICE 529. La Figura 14 muestra el diagrama neumático para este sistema, el cilindro tiene tres posiciones de movimiento que va depender del tipo de corte o molde.



El digrama fue diseñado en el software FESTO FluidSIM, como se ha mencionado anteriormente los moldes son desmontables, consecuentemente la posición inicial de carrera del émbolo es diferente en cada selección, en el diagrama de funcionamiento las posiciones están representadas por A0, A1 y A2, donde A2 será la posición inicial del émbolo del molde longitudinal, A0 la posición inicial del émbolo del molde trasversal y A1 la posición final para los dos moldes.

Los accionamientos eléctricos de la electroválvula están representados por Y1 y Y2, que al activarse son los que permiten el avance y el retroceso respectivamente de acuerdo a la necesidad requerida.

El sistema posee válvulas estranguladoras de caudal unidireccionales para regular la velocidad de los cilindros, la fuerza total del cilindro se la obtiene cuando se encuentra totalmente extendido. En la Tabla 3 se observa la relación entre fuerza y porcentaje de caudal en la cámara.

Tabla 3. Porcentaje del flujo de caudal

| Fuerza(N) | Caudal (%) |
|------------------|-------------------|
| 105.84N | 100 |
| 81,34N | 76,85 |
| 73,50N | 69,44 |
| 70,56N | 66,67 |
| 67,62N | 63,88 |

Nota: Los datos de la fuerza son de la fuerza aplicada al plátano de la Tabla 2.

Elaborado por: Andrea Alava

El porcentaje de caudal se lo regula con el número de vueltas como indica (Midman, 2008).

3.6 Diseño del control para el sistema neumático

El control de las señales de entrada y salida del sistema neumático está comandado por el relé lógico programable LOGO!.

A las entradas se conectan los sensores tipo reed de presencia y finales de carrera y a su salida estarán conectadas a los solenoides de la electroválvula.

El relé lógico programable leerá las señales de entrada que son los sensores y al cumplir las condiciones de entrada, permitirá que se abran o se cierren las señales de salida del actuador, el display que incorpora el LOGO permite mostrar el número de producto procesado, la Figura 15 muestra el diagrama de flujo del sistema de control donde se podrá apreciar las transiciones del sistema según sus condiciones.

Diagrama de flujo del control electro-neumático

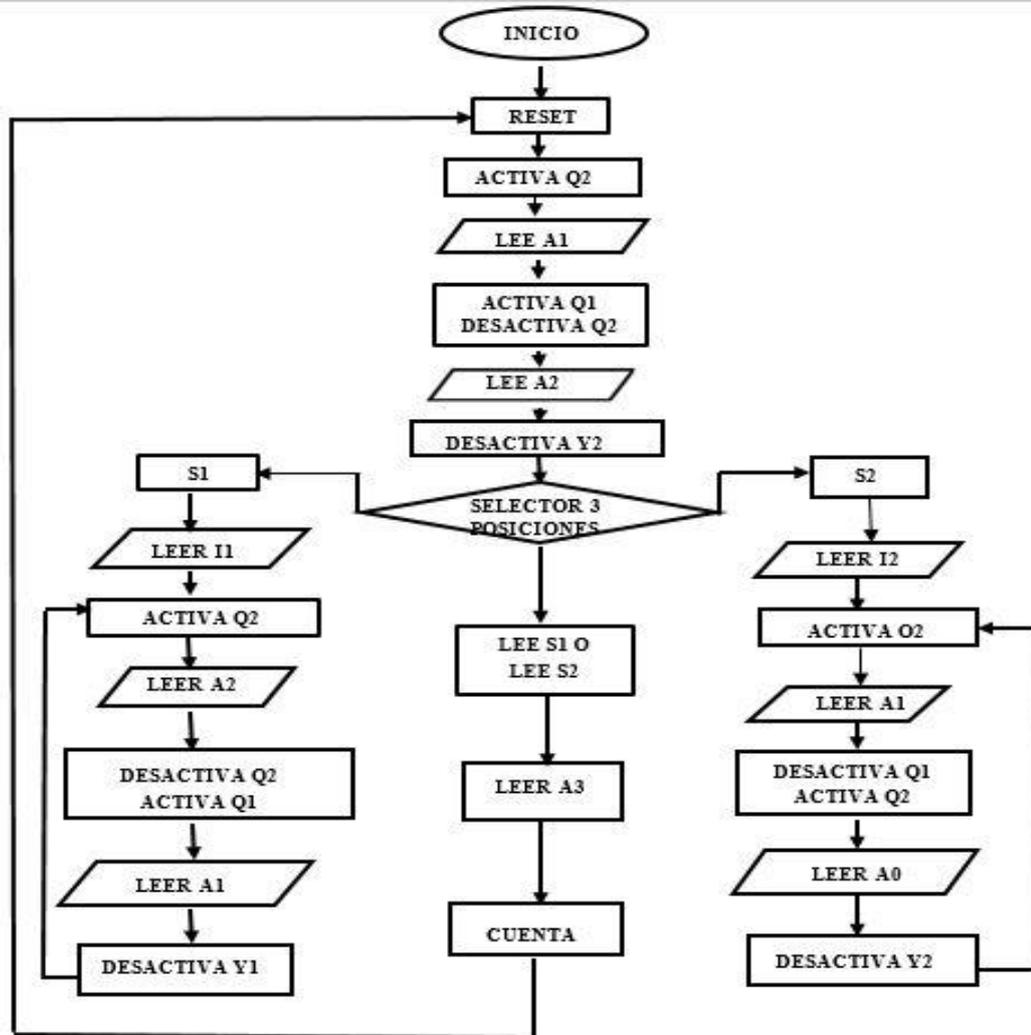


Figura 15. Diagrama de flujo del sistema del control electroneumático del módulo de Abastecimiento.

Elaborado por: Andrea Alava.

En la Tabla 4 se muestra la relación con de las diferentes variables del diagrama de flujo del sistema electro-neumático y las variables utilizadas dentro de la programación en el LOGO!.

Tabla 4. Relación de marcas sistema de neumático y logo

| Diagrama Sistema neumático | Logo |
|-----------------------------------|-----------------|
| A0 | I4 |
| A1 | I6 |
| A2 | I5 |
| Q1 | Q1 |
| Q2 | Q2 |
| S1 | I1 |
| S2 | I2 |
| A3 | I3 |
| RESET | I1 y I2 ABIERTO |

Nota: la función de las marcas ya se encuentran descritas en el presente trabajo.

Elaborado por: Andrea Alava

La selección del producto está comandada por un selector de tres posiciones. Que son las salidas digitales I1 e I2 y la posición neutral de reset, cada uno con su respectivo indicador.

Q1 y Q2 son las solenoides de la electroválvula de acuerdo al diagrama de flujo; I4, I5 y I6 son sensores magnéticos que indican las posiciones del émbolo; I1, y I2, y I3 son los selectores para escoger el tipo de corte a realizar, A3 el sensor de presencia para el contador de producto.

El programa debe comenzar en reset para que el émbolo comience en la posición referencial I6, por seguridad para la maniobra de los moldes.

Las posiciones de I1 y I2 son para elegir el tipo de producto que va a entrar al abastecimiento. El molde longitudinal que es I1, que al seleccionarse comienza desde la posición I4, activándose Q2, recorriendo el émbolo a la posición I6, que es la posición inicial en este caso, al llegar al punto I6, Q2 se desactiva y activándose Q1, al censar I5 se desactiva Q1 y activa Q2, el émbolo al llegar a la posición inicial se desactivará y va a repitiendo el ciclo.

Si se selecciona I2 que es del molde transversal, el embolo del cilindro comenzará desde la posición referencial I4 que para este caso será la posición inicial activándose Q1. Solo si censa I5 se desactivará Q1 y activará Q2, el émbolo al llegar a la posición inicial se desactivará y va a repetir el ciclo. La programación del LOGO se puede apreciar en el Anexo 2.

3.7 Implementación de sensor de proximidad en el los moldes de abastecimiento

El sensor de presencia marca Autonics serie CR3015AO, con contactor normalmente cerrado de dos hilos, con un alcance de 15 mm, con protección IP65, usado para el contador y referenciado con la señal I3, que permite llevar una registro de la cantidad de producto que se procesa, este se visualizará en el display del LOGO, de acuerdo a las instrucciones del fabricante como lo indica (Siemens, 2003) para la conexión en el LOGO!, lleva conectado a un capacitor de 100 nf entre la línea y la entrada del sensor para suprimir la corriente de reposo que es elevada que marca una señal “lógica” 1 en la entrada del LOGO!.

Para el molde longitudinal se realizó una perforación de 30 mm y se colocó el sensor a 5 cm de la base en la parte posterior y para el molde transversal también se realizó una perforación de 30 mm y se lo colocó el sensor a 4 cm de la base en la parte posterior sujeta con una pequeña estructura del molde con el diámetro del sensor que es 30 mm como se visualiza en la Figura 16.

Sensor de presencia de producto



Posición del sensor en el molde transversal



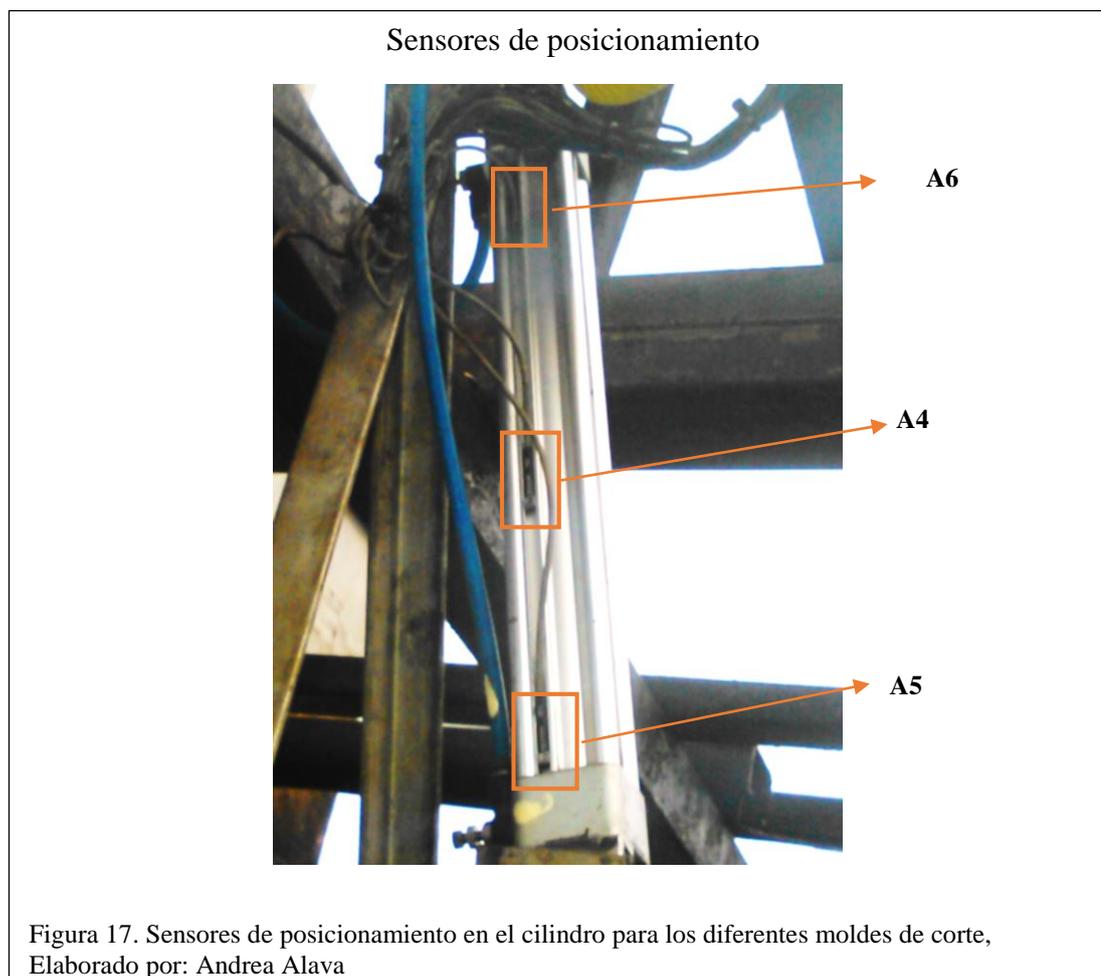
Posición del sensor en el molde longitudinal

Figura 16. Sensor de presencia en molde longitudinal y molde transversal,
Elaborado por: Andrea Alava

3.8 Implementación de los sensores de presencia para el posicionamiento del cilindro.

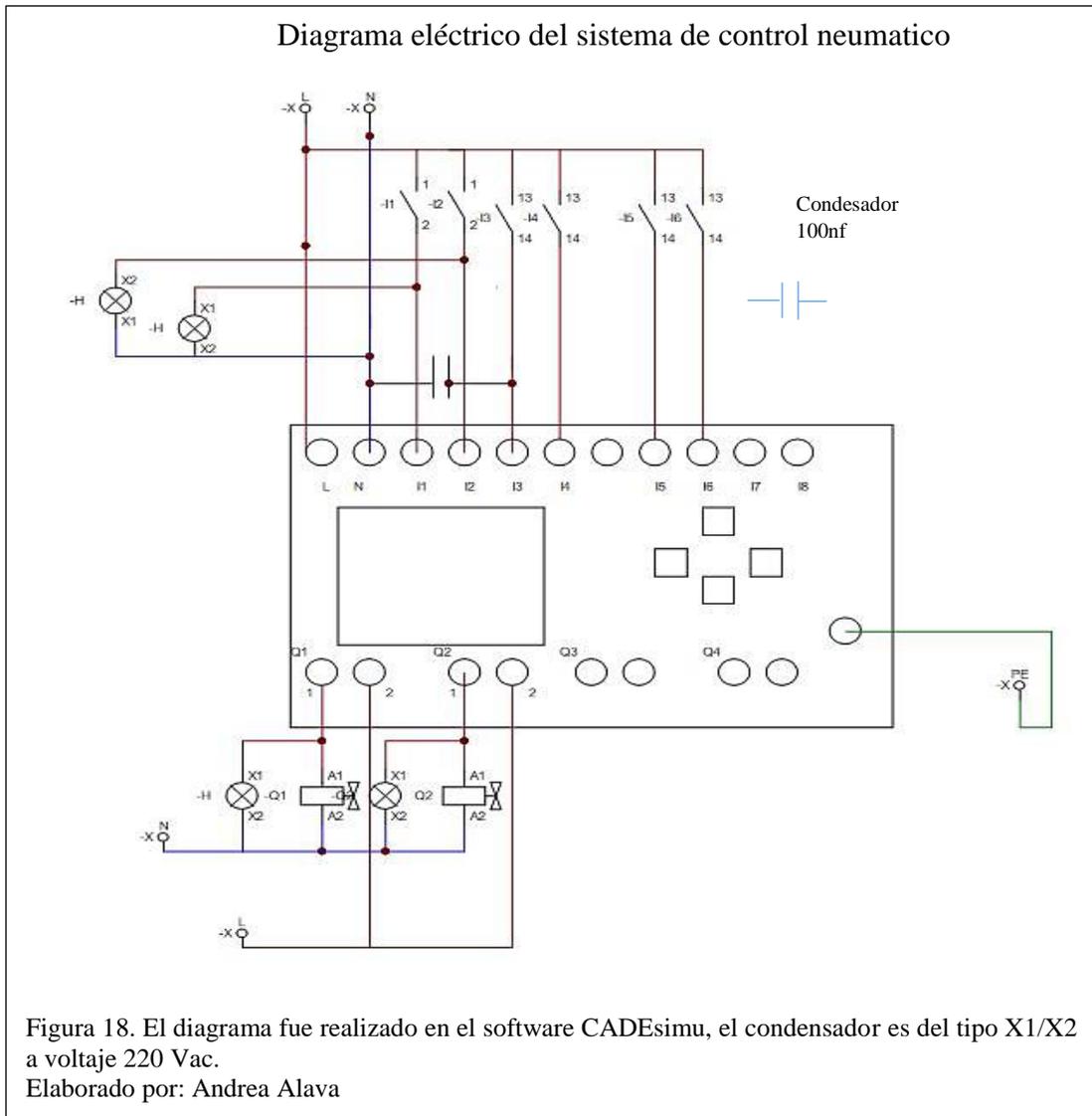
En la selección de los sensores se tiene en cuenta el medio de trabajo, ya que la empresa se encuentra ubicada en un sector húmedo de la región costeña, en cada instrumento se verificó que cumpla con las normas de los grados de protección NEMA y IEC, como es el caso del cilindro que cumple con la norma ISO-6431 & VDMA-24562, la cual especificación estándar para todos los cilindros con camisa ranurada y que permite acoplar los sensores tipo reed de cualquier marca.

Los sensores de posicionamiento tipo reed switch RCI de dos hilos, marca Midman, con protección ICE 529 IP67 soporta temperaturas de trabajo de -10° hasta 50° . (Midman, 2013) .Se montaron de acuerdo a la altura de cada molde, ajustándolos con un destornillador plano para que estén fijos, en la Figura 17 se muestra la posición de los sensores.



Donde la posición de los sensores se encuentra referido por las variables A6 que se encuentra a 280 mm, A4 a 140 mm y A5 a 5 mm de la camisa perfilada del cilindro neumático.

En la Figura 18 se muestra ver el diagrama de conexiones eléctricas para el sistema de control neumático, con sus respectivas marcas.



Los contactos conectados de las entradas I3, I4, I5 y I6 en el diagrama, corresponden a la representación de los sensores.

3.9 Diseño para el control del motor de la rebanadora

Este sistema de control consta de un motor trifásico, un variador de frecuencia, una pantalla BOP, un disco industrial de corte, banda y poleas; se establece un sistema de poleas, el cual une el motor mediante una banda con el eje del disco de corte.

El variador de frecuencia está conectado al motor para poder controlar la velocidad y dar frecuencias específicas para el corte de los diferentes productos; al aumentar la velocidad del motor que no sea la adecuada, la viscosidad generada por el plátano al momento del rebanado provocará adherencia y este al ser cocinado formará parte del desperdicio.

En la empresa “El Campeón” se encuentra a disposición un motor con las características necesarias para este proyecto, las cuales se encuentran especificadas en la placa del motor y se muestran Tabla 5.

Tabla 5. Datos de placa de motor

| | |
|--------------------|----------------|
| MARCA | Magnetik |
| Potencia | 1 hp |
| Voltaje Nominal | 460/208-230 V |
| Tipo de Motor | 3 trifásico |
| Corriente Nominal | 1.85/3.6-3.7 A |
| Frecuencia Nominal | 50Hz |
| Factor de servicio | 1.15 |
| Velocidad nominal | 1440/940 |

Nota: Especificaciones de datos eléctricos y mecánicos del motor trifásico Magnetik.

Elaborado por: Andrea Alava

Las especificaciones plasmadas en la Tabla 5 fueron utilizadas para parametrizar el variador de frecuencia Siemens, se seleccionó esta marca de variador porque es una

marca reconocida a nivel mundial y genera confianza en las industrias de automatización.

Se eligió el SINAMICS G110 con una potencia de 0,75 KW para una corriente nominal de 3.9 A, con tres entradas y una salida digital. (Siemens, 2014); Ya que estas especificaciones son las requeridas para la instalación del motor.

En la Tabla 6 se muestran los parámetros necesarios para el funcionamiento correcto del variador de frecuencia con el motor.

Tabla 6. Parámetros para variador de frecuencia.

| | |
|--|------------------|
| P0010 Comenzar la puesta en servicio rápida | 3 |
| P0100 Funcionamiento para Frecuencia de Red | 60 Hz |
| P0304 Tensión nominal del motor | 230 V |
| P0305 Corriente nominal del motor | 3.7 ^a |
| P0307 Potencia nominal del motor1 | 0.75 KW |
| P0310 Frecuencia nominal del motor | 50 HZ |
| P0700 Selección de la fuente de comandos | 2 |
| P1000 Selección de la consigna de frecuencia | 3 |
| P1080 Frecuencia mínima del motor | 0 Hz |
| P1082 Frecuencia máxima del motor | 50 Hz |
| P1120 Tiempo de aceleración | 10 s |
| P1121 Tiempo de deceleración | 10 s |
| P3900 Finalizar puesta en servicio rápida | 0 |
| P0003 Acceso de nivel de nivel de usuario | 3 |
| P0210 Tensión de alimentación | 230 V |

| | |
|---|------------|
| P0335 Refrigeración del motor | 0 |
| P0701 Función de entrada digital 1 | 1 |
| P0702 Función de entrada digital 2 | 15 |
| P0703 Función de entrada digital 3 | 15 |
| P1002 Frecuencia fija en la entrada digital 2 | Frecuencia |
| P1003 Frecuencia fija en la entrada digital 3 | Frecuencia |
| P3900 Finalizar puesta en servicio rápida | 0 |

Elaborado por: Andrea Alava

La Tabla 6 muestra los parámetros para el variador que se ingresaron de manera secuencial, estos valores fueron tomados de la placa del motor y el tiempo de aceleración y desaceleración que fue calculado con la fórmula que se muestra en la lista de parámetros Sinamics G110 (2015), con 10s de rampa que es lo recomendado por el fabricante.

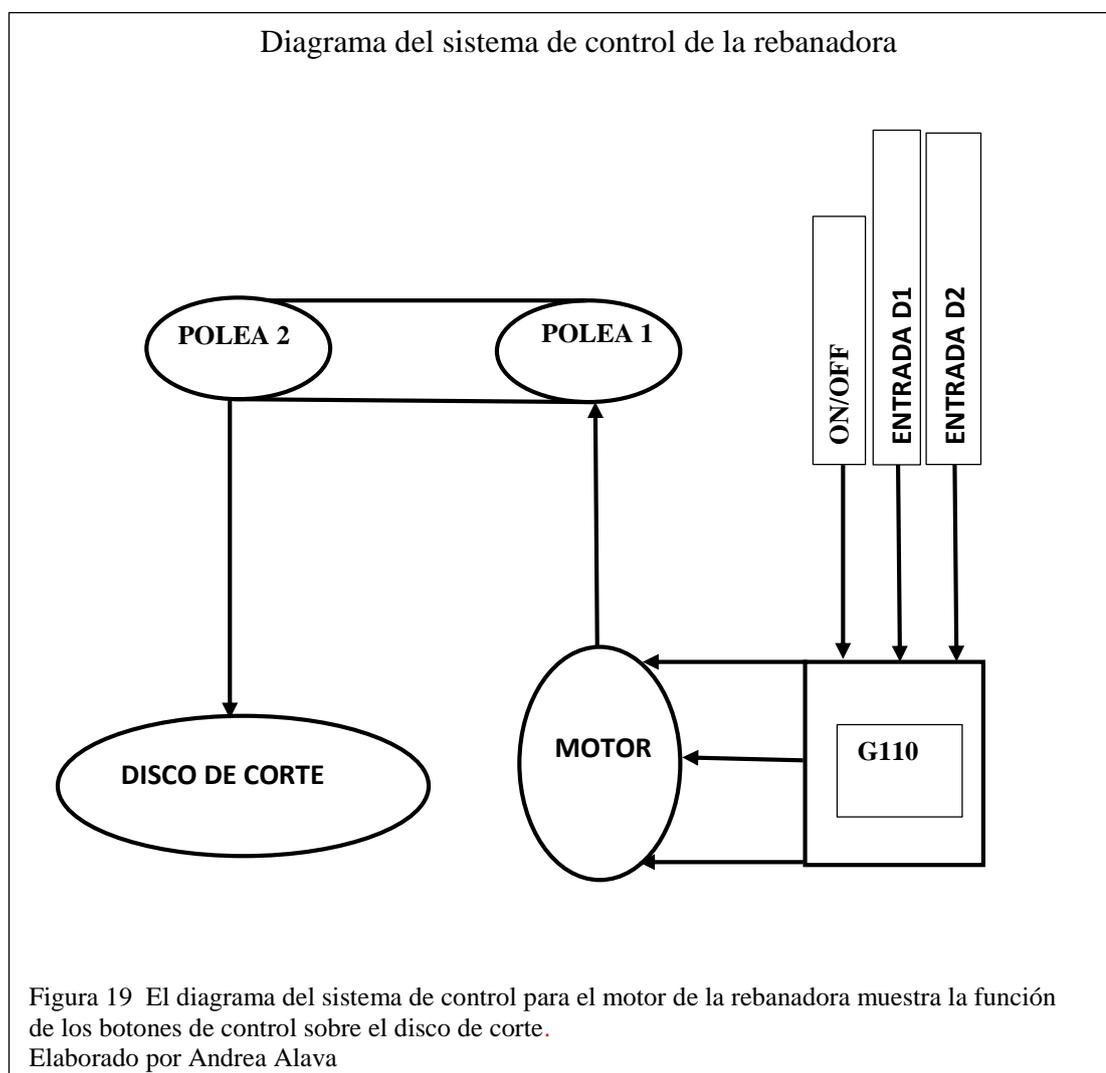
La pantalla BOP permite ingresar de manera manual los parámetros necesarios para el correcto funcionamiento del variador, además posee botones que permiten el encendido, apagado e inversión de giro para el motor, el parámetro P0700 opción 2 permitió el control del motor para que sea manejado de forma digital, la entrada digital uno ó P0701 con la opción 1 se utiliza para el encendido y apagado del motor, la entrada digital dos o P702 y la entrada digital tres ó P703, la opción 15 es para indicar que se ingresará una consigna fija

Para el rebanado de los diferentes tipos de productos se utilizaron diferentes velocidades, la consigna fija permitió a las entradas digitales uno y dos fijar una frecuencia en cada una de ellos en los parámetros P1002 y P1003 respectivamente, que está comandado por un selector de dos posiciones e indicadores para visualizar en la opción que se encuentre, además de un indicador de encendido y apagado del motor, ya que al configurar el variador en comando por panel, solo se podrá maniobrar mediante las entradas digitales.

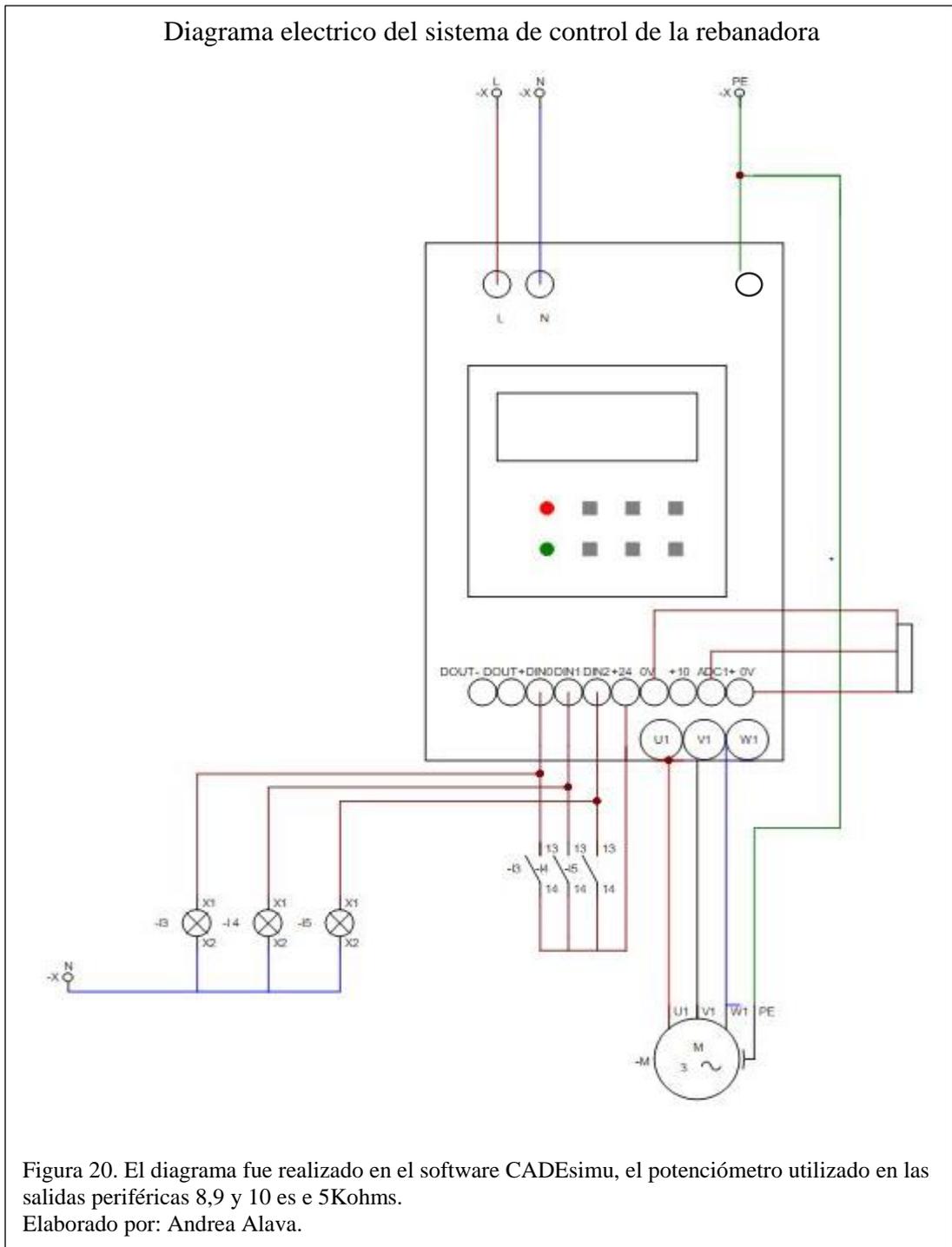
Las frecuencias para las consignas fijas se ingresarán después de la instalación del módulo de abastecimiento realizando pruebas de funcionamiento y uso.

Para el establecimiento de la consigna variable se ingresa al menú del variador, se selecciona el parámetro P700 opción 1 y se conecta un potenciómetro de 5 Kohm en las entradas físicas del variador ocho, nueve y diez.

La Figura 19 muestra el diagrama de acople del motor al disco de corte con el sistema de poleas al variador de velocidad.



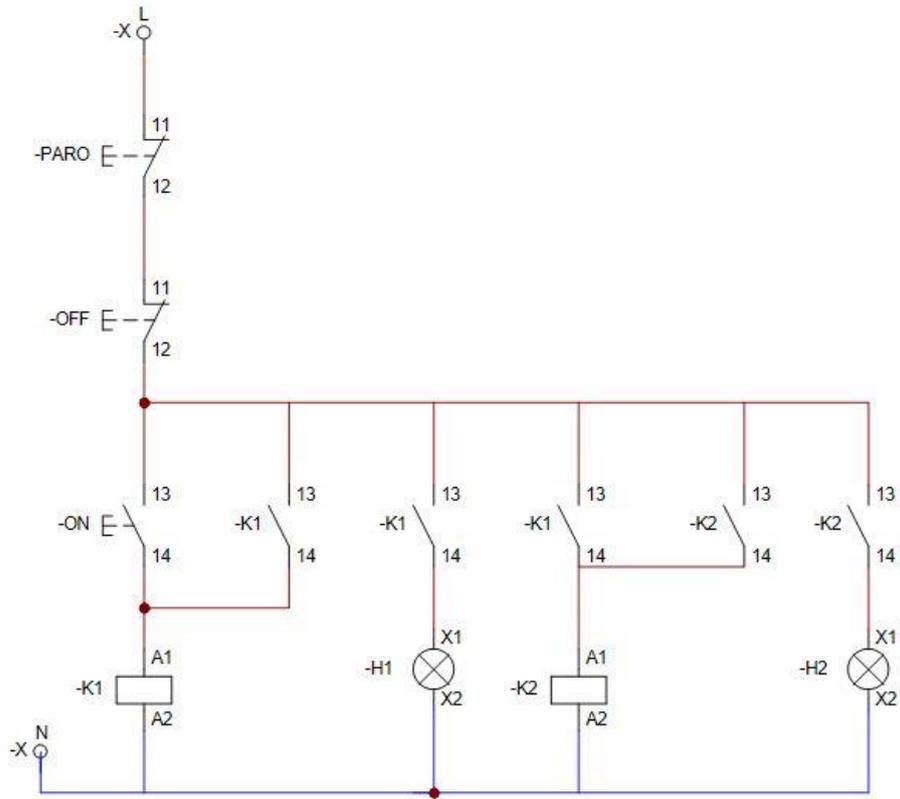
En la Figura 20 se muestra el diagrama de conexiones del control eléctrico para la rebanadora.



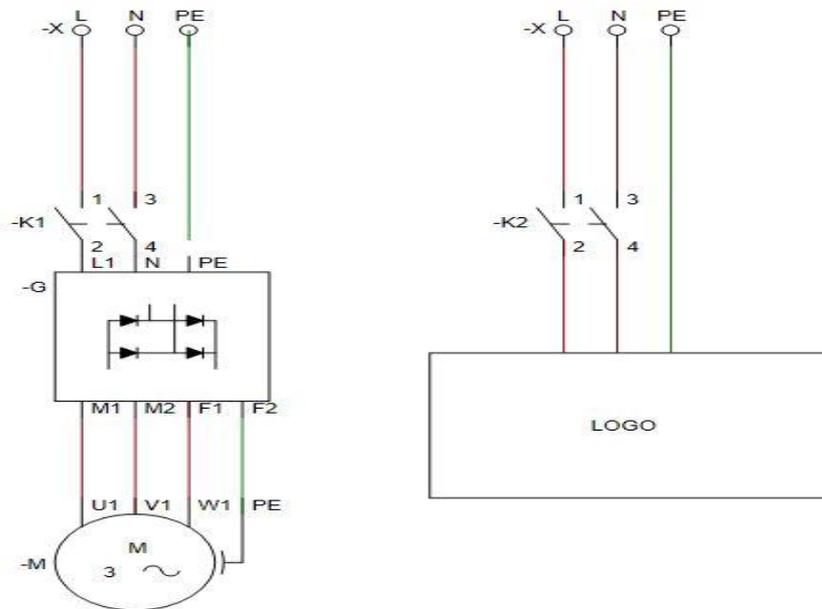
3.10 Diseño del tablero eléctrico para el control del abastecimiento y rebanadora

Es tablero contiene todos los elementos de control y de potencia para el funcionamiento el módulo de abastecimiento, la Figura 21 muestra el esquema eléctrico.

Diagrama eléctrico módulo de abastecimiento



CONTROL



POTENCIA

Figura 21. Esquema eléctrico del funcionamiento del módulo de abastecimiento desarrollado en el software CADEsimu,
Elaborado por: Andrea Alava

La marca paro es un pulsador normalmente cerrado que representará el paro de emergencia para todo el sistema, OFF/ON es un pulsador doble donde OFF es normalmente cerrado y ON es normalmente abierto, estos pulsadores permitirán el encendido y el apagado de todo el tablero. K1 es la bobina que permite enclavar el circuito y encender el variador de velocidad y K2 es la otra bobina que permite enclavar el circuito para encender el LOGO!.

Los breakers van a proteger al sistema de las sobre cargas de corriente y los contactores para manejar los elementos de potencia y control del sistema. El pulsador de paro de emergencia por norma debe estar en un lugar visible y de alcance rápido, se lo colocó en la parte superior izquierda. El ventilador se encuentra ubicado del lado superior derecho cerca del variador de frecuencia.

La energía del variador se convierte en calor, por lo cual hay que mantener la temperatura adecuada para que no sobrepase los 50 °, de acuerdo a las especificaciones de catálogo para que no sufran daños.

Para calcular la corriente idónea para la selección del breakers se debe sumar la corriente nominal de cada elemento. En la Tabla 7 se muestra cada uno de los valores respectivos de cada instrumento de acuerdo a lo que indique el fabricante.

Tabla 7. Potencia de consumo

| Instrumento | Corriente de consumo Nominal(A) |
|-----------------------|--|
| Variador de velocidad | 0.048008 |
| Motor | 4.21 |
| LOGO | 0,005 |
| 3 reed switch | 0,015 |
| Sensor proximidad | 0.0022 |

| | |
|----------------|-------|
| Electroválvula | 0,022 |
| 6 Indicadores | 0,075 |
| TOTAL | 4,327 |

Nota: Cada instrumento a utilizarse tiene diferentes características las cuales se deben tomar en cuenta en la distribución dentro y fuera del tablero.

Elaborado por: Andrea Alava

El tablero metálico marca Beaucoup para montaje de pared con protección IP 65 doble fondo de 600x400x20 0mm, permite una mejor instalación y revisión de los componentes, canaletas de 25 x 25 mm. El diseño del tablero se realiza en el software AutoCAD como se puede visualizar en la Figura 22.

Diseño tablero electrico

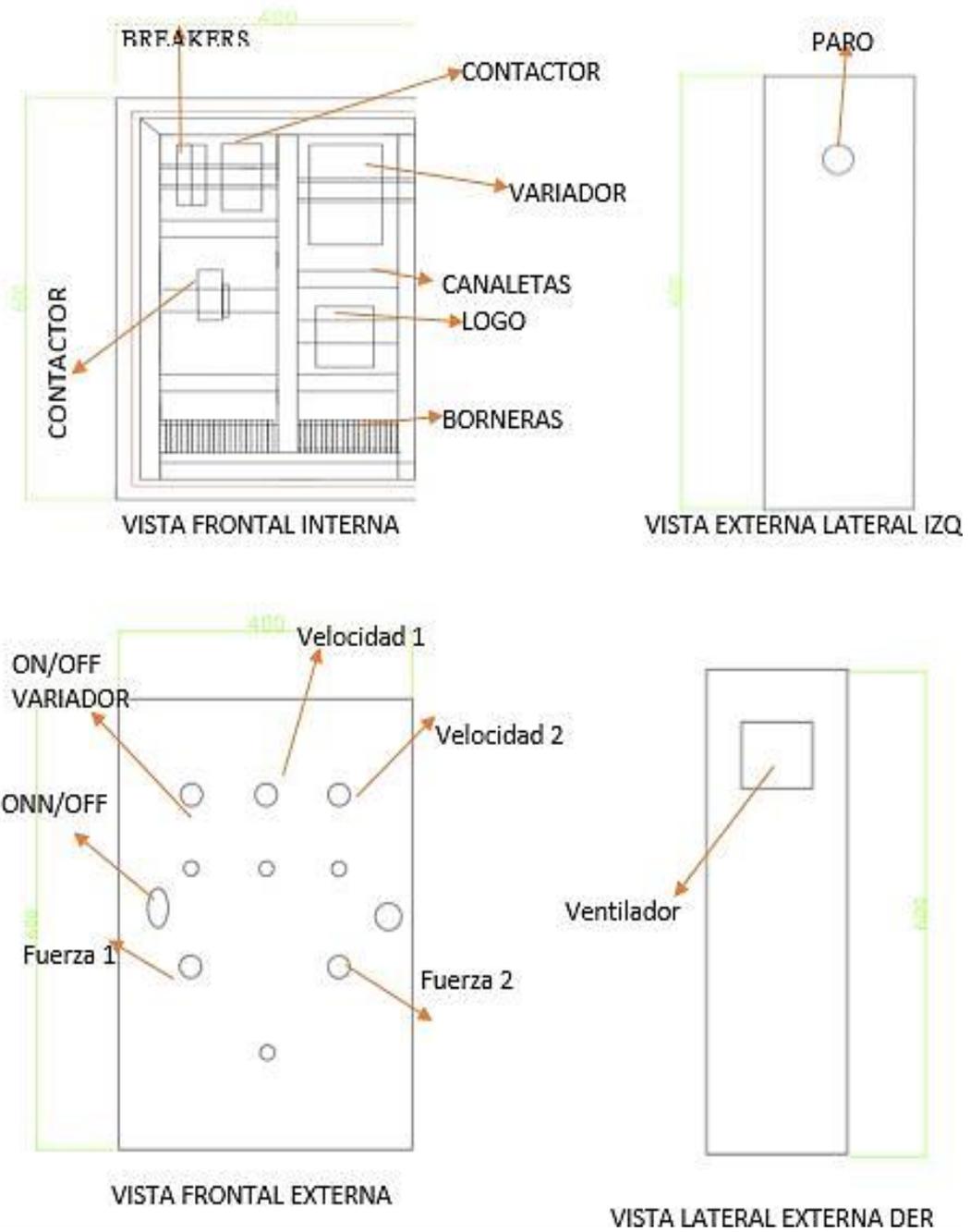


Figura 22. Diseño de tablero eléctrico para el control eléctrico del módulo de abastecimiento que será montada en la empresa “El Campeón”,
Elaborado por: Andrea Alava

Los elementos utilizados para el montaje y conexión del tablero son: cable 14 AWG flexible THHN marca conelsa que y soporta hasta 25A como lo describe el fabricante. (Conelsa, 2013). Riel Din 35 y borneras para riel hasta 10 AWG, breakers de 6 A, contactores de fuerza de 6 A y ventilador de 200 x 20 0mm a 220 V. Se mide cada instrumento para que el posicionamiento y distribución de cada elemento sea exacto.

3.11 Implementación del tablero eléctrico para el control del abastecimiento y rebanadora

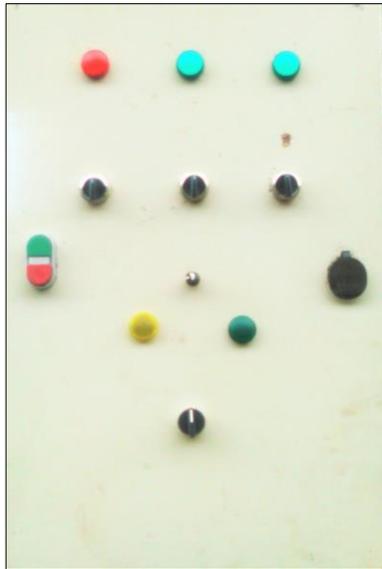
Se extrae el doble fondo del tablero y se marcan las medidas de los instrumentos, se realizan las perforaciones para sujetar los rieles, instrumentos y canaletas. Al montar las canaletas y los rieles se colocaron los elementos en los lugares correspondientes de acuerdo al diseño propuesto en la Figura 22.

En la tapa frontal se coloca los leds indicadores de encendido y apagado del motor, indicadores de cambio de frecuencia e indicadores de cambio de estado para el corte del plátano, además de los selectores respectivos para el funcionamiento del módulo. En la parte lateral izquierda el botón de paro de emergencia y al lado derecho el ventilador.

Al realizar las conexiones se comenzó por el sistema de fuerza del sistema. La fase, neutro y tierra se sacaron del tablero de alta tensión con terminales tipo talón hacia las borneras con cable concéntrico de 10 AWG de tres hilos. Para alta tensión la fase está representada con el color amarillo, el color negro representa el neutro, y la tierra con el color verde. Las señales de control con el color azul, blanco para representar neutro, café la línea de alimentación y para las salidas del motor con cable concéntrico de cuatro hilos. Las conexiones se realizaron de acuerdo a esquemas de manuales y diseño eléctrico propuesto en este proyecto. Al terminar las conexiones se monta el doble fondo dentro del tablero,

Dentro de las canaletas el cableado ocupó el 50 % de espacio para la ventilación como norma de seguridad, dejando cable extra de 30 cm para posibles reparos según lo indica el INECEL, en la Figura 23 se puede observar la implementación del tablero eléctrico.

Tablero eléctrico para el módulo de abastecimiento



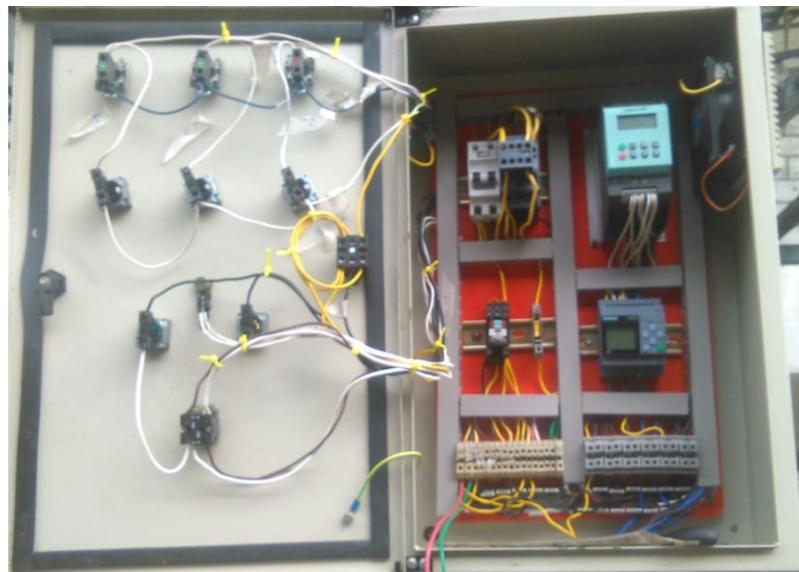
VISTA FRONTAL EXTERNA



VISTA
LATERAL
EXTERNA
DERECHA



VISTA
LATERAL
EXTERNA
IZQUIERDA



VISTA FRONTAL INTERNA

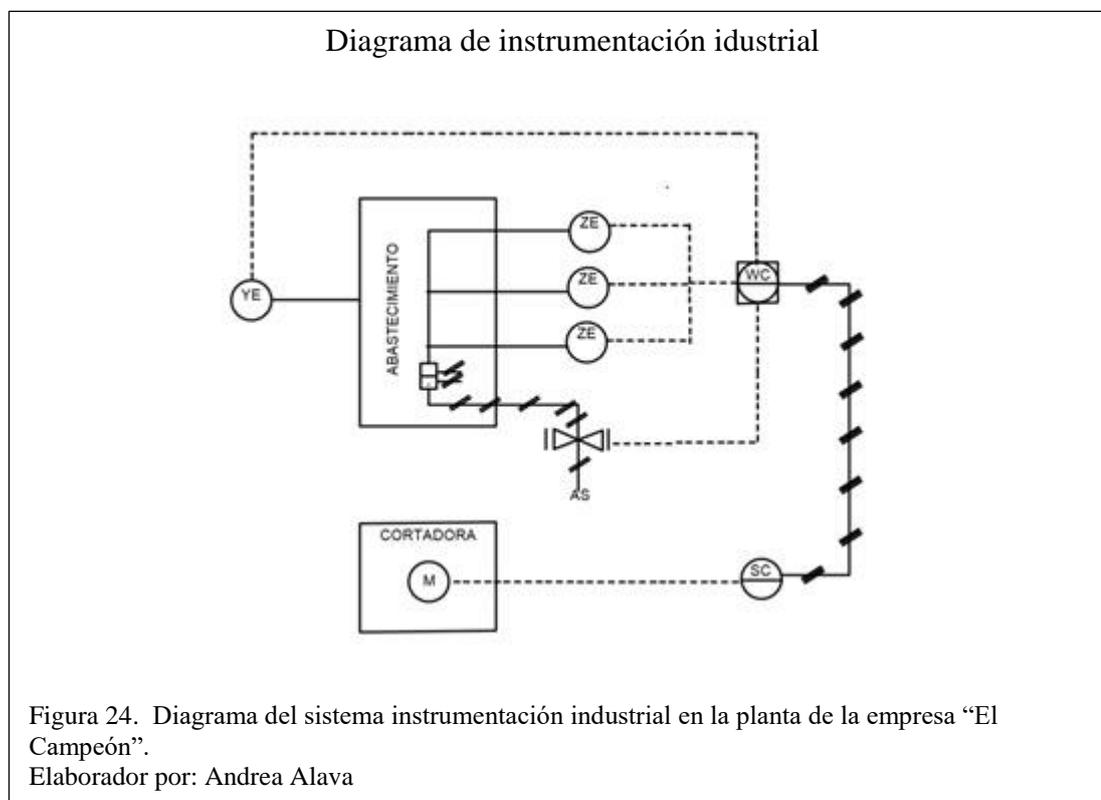
Figura 23. Implementación tablero eléctrico para el módulo de abastecimiento con todos los elementos.

Elaborador por: Andrea Alava

Los enchufes para los conectores del motor hacia el tablero se colocaron con clavija y toma aérea marca EBCHQ de 16 A con protección IP 44 -ICE/EN 60309-1. En el Anexo 3 se puede visualizar algunas imágenes de la construcción del tablero eléctrico.

3.12 Diseño del sistema de instrumentación industrial

El diagrama de instrumentación permite visualizar las diferentes variables del proceso que se utilizan para entender el funcionamiento de los instrumentos, sistemas de control y conexiones. En la Figura 24 se puede apreciar los elementos que se utilizaron dentro de la planta para su correcto funcionamiento.



Las variables más utilizadas en el diagrama de instrumentación es el elemento primario de posición que está representado por las letras ZE, relé de fuerza WY, un controlador de velocidad representador por SC , las líneas segmentadas significas señal eléctrica , la línea con cotes significa señal neumática que va desde el cilindro doble efecto a la electroválvula. En el Anexo 4 se podrá visualizar la tabla de las letras que se usan en los diagramas de instrumentación industrial.

3.13 Implementación del módulo de abastecimiento a la freidora industrial

El tablero eléctrico se ubicó cerca de la freidora industrial para monitorear y controlar el módulo, el cual se realizó la prueba de encendido para el funcionamiento eléctrico del tablero. Se acopló el motor con sus respectivas poleas, bandas y disco de corte en la estructura del módulo de abastecimiento con cable concéntrico de cuatro hilos 10 AWG, hacia el panel eléctrico, con las borneras respectivas que se dirigen al motor y al variador de velocidad. Se realiza una prueba de encendido y apagado del motor para comprobar su funcionamiento.

Se tienen poleas de 75 mm y 95 mm acopladas al módulo y al disco respectivamente. Están unidas con una banda para la transmisión de la velocidad. El sistema ya implementado se lo puede observar en la Figura 25.

Módulo de abastecimiento



Figura 25. El montaje se lo realizó con estructuras en acero inoxidable.
Elaborado por: Andrea Alava

El compresor marca Campbell Hausfeld de cinco caballos de fuerzas con presión de trabajo de 1 Bar hasta 12 Bar de 302,83 lb, permite la distribución de energía a las diferentes maquinarias, que se encuentran dentro de la fábrica “El Campeón”, donde la unidad de mantenimiento para el módulo de abastecimiento está conectada con manguera de gas industrial, conectores tipo M y llave de paso para aire.

Se monta el cilindro neumático con los moldes de corte, se conecta las mangueras de poliuretano del cilindro a la unidad de manteniendo. Se realizaron las pruebas del funcionamiento del cilindro con el mando manual que posee la electroválvula.

La presión del aire del compresor se regula a 7,3 Bar con una variación de presión del 10% a las longitudes supletorias como codos, llaves de paso y la distancia las diferentes maquinarias, lo que permite que el sistema funcione adecuadamente.

En la Figura 26 se muestra la implementación del módulo de abastecimiento sobre la freidora industrial en la empresa.

Montaje módulo de abastecimiento



Figura 26. Montaje del abastecimiento sobre la freidora industrial que se encuentra en la empresa " El Campeón".

Elaborado por: Andrea Alava

En la selección de sensores e instrumentación todos ellos cumplen las normas de protección NEMA y IEC para el ambiente de trabajo donde se encuentran ubicados.

El financiamiento total de este proyecto técnico estuvo a cargo de la empresa, “El Campeón”.

Capítulo 4

Pruebas y resultados

En este capítulo se describe las pruebas para el correcto funcionamiento del módulo abasteciendo y evitar la mayor cantidad de desperdicio.

4.1 Pruebas del funcionamiento para el módulo de abastecimiento.

Al terminar la implementación del módulo de abastecimiento se realizaron las pruebas del funcionamiento de la máquina. Encendiendo el tablero eléctrico, se conectó el cable Ethernet con conector RJ45 desde el LOGO! Hacia la PC para descargar el software. Las instrucciones de descarga se las puede observar en el manual de operación del LOGO!.

Se enciende el sistema neumático, se observó que la presión del nanómetro llegue hasta 6,3 Bar, en el LOGO se selecciona start para arrancar el programa.

El variador de velocidad se configuró en la opción de consigna variable que permitió realizar las pruebas para ingresar las consignas fijas del mismo.

Para efectuar las pruebas en el módulo de abastecimiento se utilizó plátano verde con el molde transversal, donde la regulación del caudal fue del 76,85 % de la entrada de aire. Al encender el motor del disco de corte e ir ingresando el producto, se concluye que una frecuencia apropiada para este caso es de 30 Hz y, mediante la fórmula de velocidad angular y el radio de la polea se obtuvo una velocidad lineal de 84,78 m/s.

Al realizar las pruebas con el plátano verde y el molde longitudinal con una regulación de caudal del 69,44 % con una frecuencia de 35 Hz la velocidad lineal es de 98,91 m/s.

Para el plátano pintón para el molde transversal con una regulación de caudal de 70,56 %, con una frecuencia de 35 Hertz la velocidad lineal es de 84,78 m/s.

Con el molde longitudinal para el plátano pintón, con una regulación de aire de 63,88 % y una frecuencia de 30 Hz se comprobó que la velocidad lineal es de 84.78 m/s. En la Tabla 8 se puede observar la relación entre producto, frecuencia, porcentaje de caudal y velocidad lineal.

Tabla 8. Relación Caudal –Velocidad lineal.

| Producto | Frecuencia(Hz) | % Caudal | Velocidad Lineal(m/s) |
|----------------------------|-----------------------|-----------------|------------------------------|
| Verde Longitudinal | 35 | 77 | 98,91 |
| Verde Transversal | 30 | 70 | 84,78 |
| Pintón Longitudinal | 35 | 66 | 98,91 |
| Pintón transversal | 30 | 64 | 84,78 |

Nota: La variación de presión para el caudal se fijó valores exactos, ya que se regula por el número de vueltas.

Elaborado por: Andrea Alava

El producto posee una variable dependiente que es la humedad, por esta razón, los valores de la Tabla 8 pueden variar, debido a esta condición, se implementó un potenciómetro en el tablero para controlar de forma precisa la velocidad de corte de la cuchilla hasta encontrar la frecuencia adecuada para las consignas previamente establecidas.

Para realizar la variación es necesario ingresar a los parámetros del variador en la opción P700 y cambiar la opción 2 por la opción 1.

4.2 Resultados del funcionamiento del módulo de abastecimiento.

En la empresa “El Campeón” existe tres maquinarias artesanales donde se realizaba el procesado del producto, como se puede visualizar en la Figura 27.

Cocinas artesanales.



Figura 27. Tres Maquinas Artesanales en empresa "El campeón",
Elaborado por: Andrea Alava

Donde el proceso era realizado por tres operarios en forma artesanal, recibiendo constantemente la calentura y riesgo de sufrir accidente. Los operarios debían realizar catorce pomas diarias del producto sin procesar. La poma pesa 100 lb.

La cocina industrial sin el módulo de abastecimiento se la utilizaba una vez a la semana, solo procesando plátano verde en el molde transversal realizando 40 pomas, el abastecimiento del producto era forma manual. Al no tener el control con disco de corte, ocasionaba que el desperdicio de producto aumentara a lo largo de la jornada de trabajo, en la Figura 28 muestra el uso del rebanado del plátano en el freidor industrial.

Rebanado Manual



Figura 28. Ingreso del producto en la cocina sin módulo de abastecimiento donde se muestra la cantidad de desperdicio
Elaborador por Andrea Alava

Con el módulo de abastecimiento se trabajó con plátano verde y plátano pintón, dejando de usar las máquinas artesanales, en la Tabla 9 se puede visualizar el trabajo realizado con los diferentes productos.

Tabla 9. Trabajo realizado con las máquinas artesanales y el freidor industrial para el proceso del verde.

| PLATANO VERDE TRANSVERSAL | Pomas | Desperdicio | Tiempo de Trabajo |
|---|--------------|--------------------|------------------------------|
| Máquina artesal | 36 | 3 | 8 -9 horas |
| Rebanadora sin módulo de abastecimiento | 40 | 2 | 10 horas |
| Rebanadora sin módulo de abastecimiento | 50 | 1 | 8 horas |

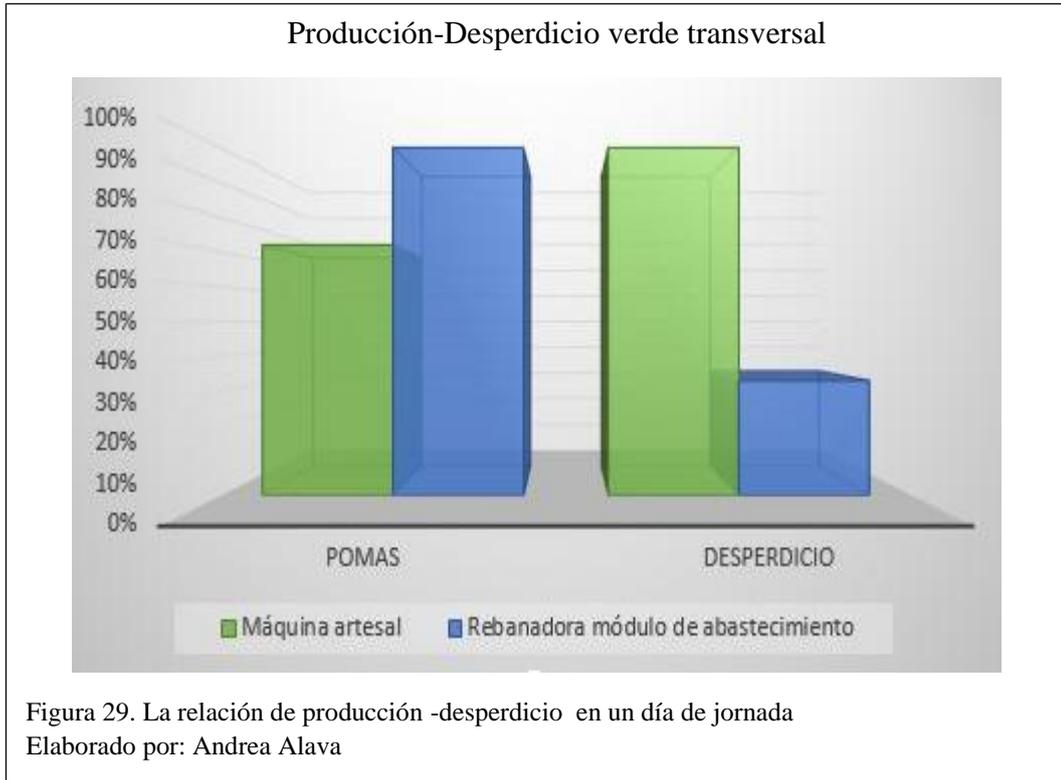
| PLATANO VERDE LONGITUDINAL | Pomas | Desperdicio | Tiempo de Trabajo |
|--|--------------|--------------------|------------------------------|
| Máquina artesal | 36 | 3 | 8 horas |
| Rebanadora sin módulo de abastecimiento | 0 | 0 | 0 horas |
| Rebanadora sin módulo de abastecimiento | 50 | 1 | 8 horas |
| PLATANO PINTÓN TRANSVERSAL | Pomas | Desperdicio | Tiempo de Trabajo |
| Máquina artesal | 18 | 5-6 | 4 horas |
| Rebanadora sin módulo de abastecimiento | 0 | 0 | 0 horas |
| Rebanadora sin módulo de abastecimiento | 25 | 3 | 4 horas |
| PLATANO PINTÓN LONGITUDINAL | Pomas | Desperdicio | Tiempo de Trabajo |
| Máquina artesal | 18 | 3-4 | 4 horas |
| Rebanadora sin módulo de abastecimiento | 0 | 0 | 0 horas |
| Rebanadora sin módulo de abastecimiento | 25 | 1 | 4 horas |

Nota: Los datos obtenidos son tomados en diferentes días de trabajo de acuerdo a la jornada de producción.

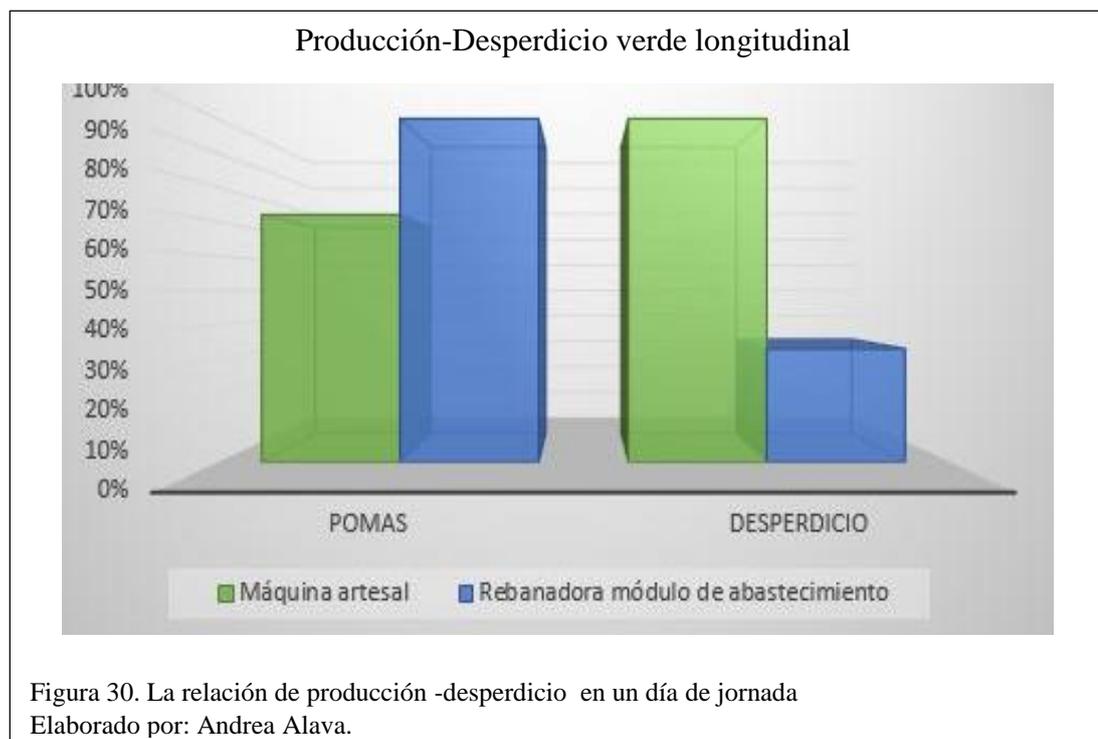
Elaborado por Andrea Alava

Con el módulo de abastecimiento, las freidoras artesanales dejaron de usarse, las pruebas realizadas con la máquina industrial dieron los siguientes resultados.

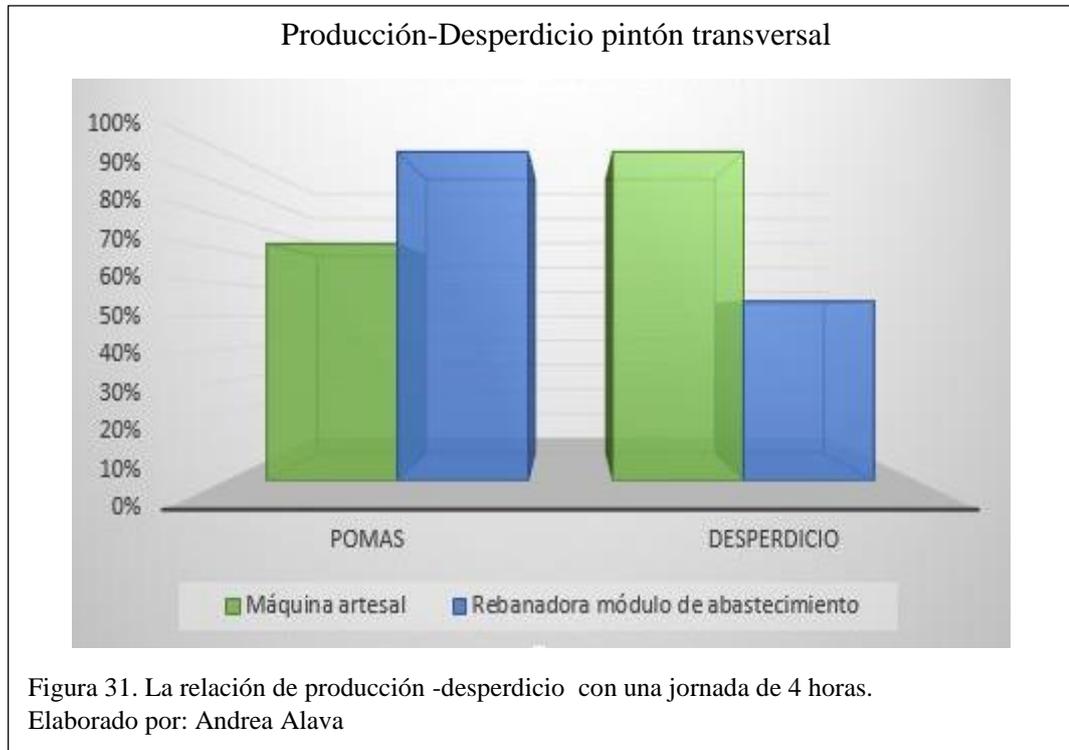
Al utilizar el módulo de abastecimiento se redujo el 67,67 % de desperdicio aumentando el 28 % de producción en la línea de producto del plátano verde con el molde transversal de la forma artesanal como se puede ver en la Figura 29.



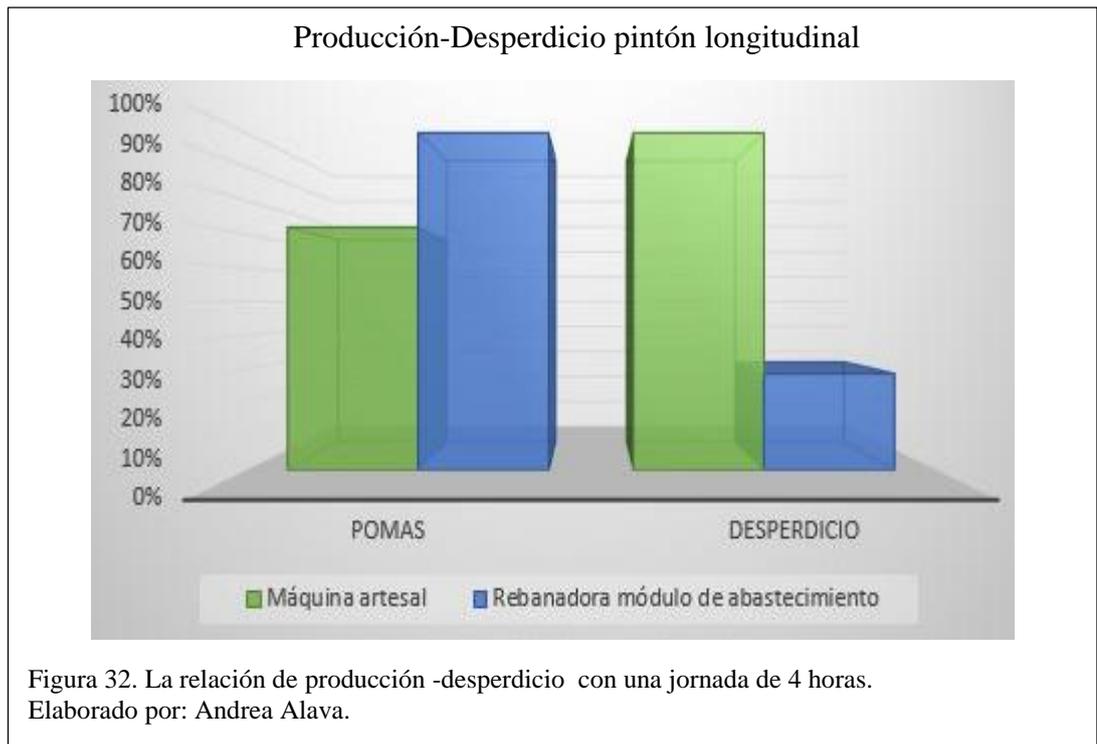
Al utilizar el módulo de abastecimiento se redujo 67,67 % de desperdicio aumentando el 28 % de producción en la línea de producto del plátano verde con el molde longitudinal de la forma artesanal como se puede ver en la Figura 30.



Al utilizar el módulo de abastecimiento se redujo el 45.45 % de desperdicio aumentando el 28 % de producción en la línea de producto del plátano pintón con el molde transversal de la forma artesanal como se muestra en la Figura 31.



Al utilizar el módulo de abastecimiento se redujo el 71,42 % de desperdicio aumentando el 28 % de producción en la línea de producto del plátano pintón con el molde longitudinal de la forma artesanal como se muestra en la Figura 32.



Con plátano pintón se obtiene más desperdicio por la humedad, el tiempo de maduración y la adherencia, provocando que el proceso de cocción no sea el correcto y que se compacte el rebanado del producto uno con otros.

Se eliminó la “lengua del plátano”, que formaba parte del desperdicio, y que corresponde a la parte superior del plátano que no se alcanza a cortar.

El sensor de presencia permite llevar un control del producto procesado y se lo visualiza en la pantalla de LOGO! como se muestra en la Figura 33.

Contador de producto



Figura 33. Visualización en pantalla de LOGO! del plátano censado.
Elaborado por: Andrea Alava

Como se puede demostrar el módulo de abastecimiento genera cambios sustanciales aumentando la producción, disminuyendo el desperdicio, mejorando el tiempo del proceso con eficacia y mayor calidad.

Conclusiones

Al caracterizar el proceso de fritura del plátano verde y pintón se pudo verificar los cuellos de botella, que su mayor problema es el desperdicio de materia prima provocado en el área de abastecimiento y corte.

Al realizar el modelamiento mecánico de las piezas del abastecimiento con las medidas establecidas en este proyecto y considerando que el plátano no tiene una dimensión uniforme, se comprobó que un promedio de 5 % del productos sin procesar de la poma no logran ingresar dentro del abastecimiento, donde se tomaron medias como descarte del producto o rebanado manual hasta que ingrese por el abastecimiento.

El ángulo de inclinación del molde transversal cambio de 17° a 20° debido al alto índice de fricción existente, esto mejoró el deslizamiento y la velocidad de ingreso de la materia prima, aumentando la cantidad de producto procesado por jornada laboral.

Con el módulo instalado el promedio de la producción aumento el 28% mejorando la eficacia en la empresa en todas las líneas satisfaciendo la demanda del mercado local y nacional.

EL desperdicio se reduce en un 63.05 %, aunque este es un porcentaje todavía alto, este valor es manejable para este tipo de industrias se puede mejorar automatizando otros parte del freidor industrial.

El módulo de abastecimiento genera cambios sustanciales aumentando la producción, disminuyendo el desperdicio, mejorando el tiempo del proceso con eficacia y mayor calidad.

Recomendaciones

Al terminar la jordana de trabajo se recomienda realizar una limpieza al vástago del pistón neumático, ya que al quedar residuos de plátano provocarán un daño mecánico en el funcionamiento del cilindro.

Antes de encender el módulo de abastecimiento el operario debe asegurarse que el selector para el rebanado del plátano se encuentre en la posición neutral y el selector para el motor se encuentre apagado, ya que puede provocar daños en el funcionamiento del sistema.

En el ingreso de la materia prima se recomienda realizar la implementación de una banda transportadora y un dispensador de producto, acoplado a un sistema de descortezado y limpieza, para que el plátano no tenga contacto del personal mejorando la calidad.

Realizar un mantenimiento preventivo correctivo mensual del módulo de abastecimiento, ya que en el medio donde se encuentra el aceite, el calor, la humedad puede disminuir la vida útil del equipo.

Capacitar constantemente al personal para evitar paros innecesarios por mal uso del sistema o daños mecánicos.

Seguir con las mejoras de la freidora industrial como el llenado del aceite, la bomba del aceite, el control del paleteo; para así aumentar la productividad.

Referencias

- Atom. (09 de 2010). *Historia Universal*. Obtenido de Revolucion Industrial: <http://www.historialuniversal.com/2010/09/revolucion-industrial.html>
- Autonics. (2015). CR series. Busean, Korea: Autonics Corporation.
- Coello, J. (2008). Ensayos de rozamiento plano sobre aceros inoxidables. *REVISTA DE METALURGIA*, 503-512.
- Conelsa. (2013). *Cables Alambres*. Quito: Conductores Electricos.
- ECOSERV. (31 de 07 de 2007). *!Que Barato!* Obtenido de http://pichincha.quebarato.com.ec/quito/rebanadoras-de-chifles__7559BE.html
- Garrigós, J. (19 de 05 de 2013). Obtenido de Actuadores nemáticos: http://platea.pntic.mec.es/~jgarrigo/1bch/archivos/3eva/7_actuadores_neumaticos.pdf
- International Electrochnical Commission . (2014). *Protección de grados IP*. 07: IEC.
- Midman. (2008). *MCQI series*. Taiwan.
- Midman. (09 de 2008). *MSC200/300 series*. Obtenido de FLOW CONTROL VALVE: http://www.unitech.com.ec/modelos/2008-09-011220303250E_MSC200.pdf
- Midman. (2013). *ISO-VDMA STANDARD PROFILE CYLINDERS*. Taiwan.
- Midman. (2013). *RCI Series*. Taiwan.
- Ministerio de Salud Pública. (36 de Marzo de 2013). *ARCHIVO DE LA ETIQUETA: REGLAMENTO DE BUENAS PRÁCTICAS DE MANUFACTURA*. Obtenido de <http://www.salud.gob.ec/tag/reglamento-de-buenas-practicas-de-manufactura/>
- National Electrical Manufacturers Association. (2014). *PROTECCION NEMA*. Virginia : NEMA.
- Rodriguez, M. (2011). *Controladores Electricos Industriales*. Obtenido de <http://es.scribd.com/doc/56008939/CONTROLES-ELECTRICOS-INDUSTRIALES#scribd>
- Siemens. (2003). *Manual LOGO!* Franconia: Geschäftsgebiet Industrial Automation Systems.
- Siemens. (2014). *Productos Electrónicos Industriales*. Nuremberg, Alemania: Siemnes.

Siemens. (2015). *Lista de Parámetros Sinamics G110*. Nuremberg, Alemania:
Siemens.

Siemens. (s.f.). *Home Motores*. Obtenido de Variadores de Velocidad SINAMICS
G110:
<http://industria.siemens.com.mx/Motores/variadoresdevelocidadg110.html>

Anexos

Anexo 1 .Tablas para la selección del cilindro neumático

Fuerza teórica

| D mm | d mm | Sección cm ² | | Esfuerzos en daN para presión en bar | | | | | | | |
|---------|---------|----------------------------|-------|--------------------------------------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | | | | 2 | | 4 | | 6 | | 8 | |
| | | Sa | Sr | Fa | Fr | Fa | Fr | Fa | Fr | Fa | Fr |
| 10 | 4 | 0,80 | 0,60 | 1,6 | 1,2 | 3,2 | 2,4 | 4,8 | 3,6 | 6,4 | 4,8 |
| 12 | 6 | 1,10 | 0,80 | 2,2 | 1,6 | 4,4 | 3,2 | 6,6 | 4,8 | 8,8 | 6,4 |
| 16 | 6 | 2,00 | 1,70 | 4,0 | 3,4 | 8,0 | 6,8 | 12,0 | 10,2 | 16,0 | 13,6 |
| 20 | 10 | 3,10 | 2,30 | 6,2 | 4,3 | 12,4 | 8,6 | 18,6 | 13,8 | 24,8 | 17,2 |
| 25 | 12 | 4,90 | 3,80 | 9,8 | 7,6 | 19,6 | 15,2 | 29,4 | 22,8 | 39,2 | 30,4 |
| 32 | 12 | 8,00 | 6,9 | 16,0 | 13,8 | 32,0 | 17,6 | 48,0 | 41,4 | 64,0 | 55,2 |
| 40 | 18 | 12,60 | 10,00 | 25,2 | 20,0 | 50,4 | 40,0 | 75,6 | 60,0 | 100,8 | 80,0 |
| → 50 | 18 | 19,60 | 17,00 | 39,2 | 34,0 | 78,4 | 68,0 | 117,6 | 102,0 | 156,8 | 136,0 |
| 63 | 22 | 31,20 | 27,4 | 62,4 | 54,8 | 124,8 | 109,6 | 187,2 | 164,4 | 249,6 | 219,2 |
| 80 | 22 | 50,30 | 46,5 | 100,6 | 93,0 | 201,2 | 186,0 | 301,8 | 279,0 | 402,4 | 372,0 |
| 100 | 30 | 78,50 | 71,5 | 157,0 | 143,0 | 314,0 | 286,0 | 471,0 | 429,0 | 628,0 | 572,0 |
| 125 | 30 | 123,0 | 115,7 | 246,0 | 213,4 | 492,0 | 462,8 | 738,0 | 694,2 | 984,0 | 925,6 |
| 160 | 40 | 201,0 | 188,0 | 402,0 | 376,0 | 804,0 | 752,0 | 1206,0 | 1128,0 | 1608,0 | 1504,0 |
| 200 | 40 | 314,0 | 301,0 | 628,0 | 602,0 | 1256,0 | 1204,0 | 1884,0 | 1806,0 | 2512,0 | 2408,0 |
| 250 | 50 | 491,0 | 471,0 | 982,0 | 942,0 | 1964,0 | 1884,0 | 2946,0 | 2826,0 | 3928,0 | 3768,0 |

Verificación de pandeo

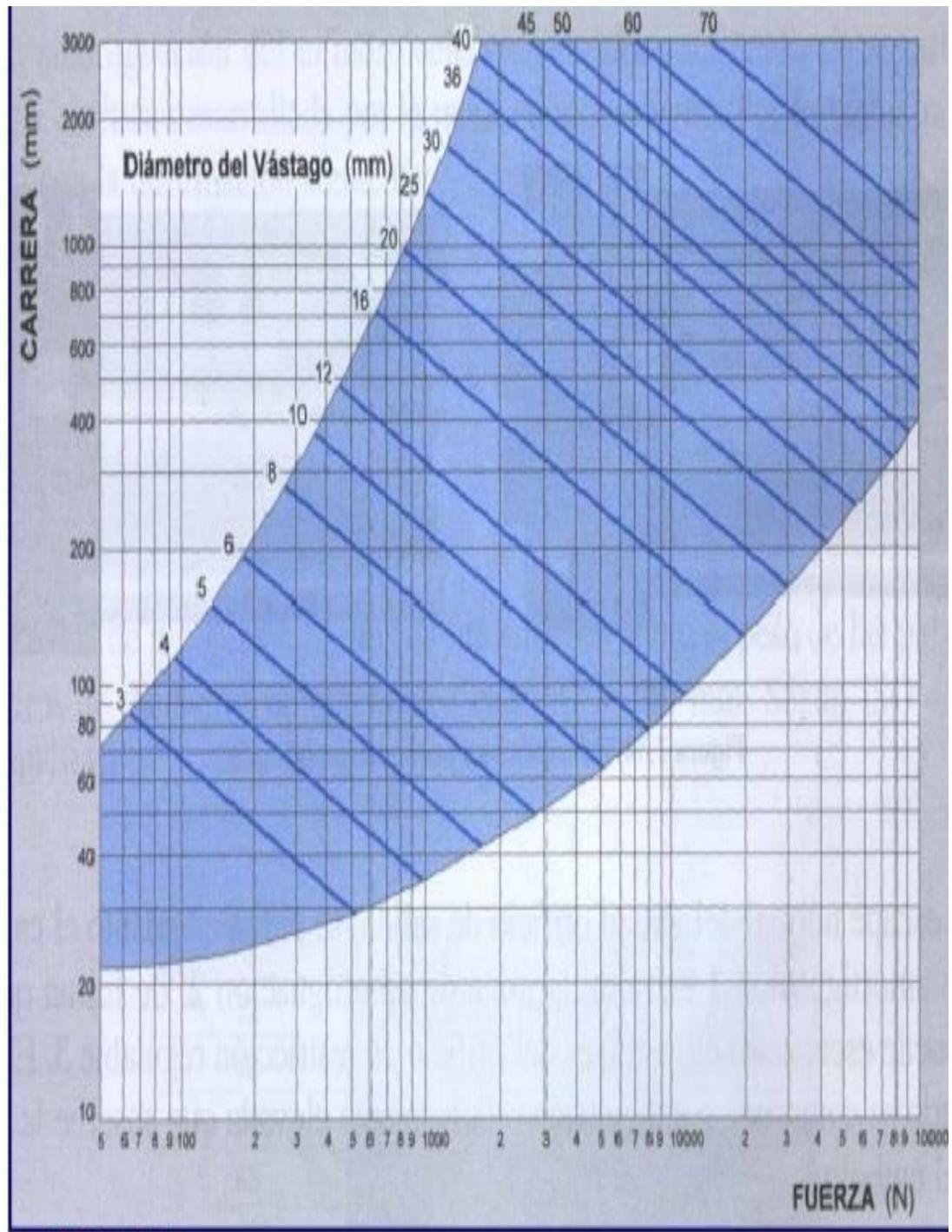


Tabla máxima de cargas radiales

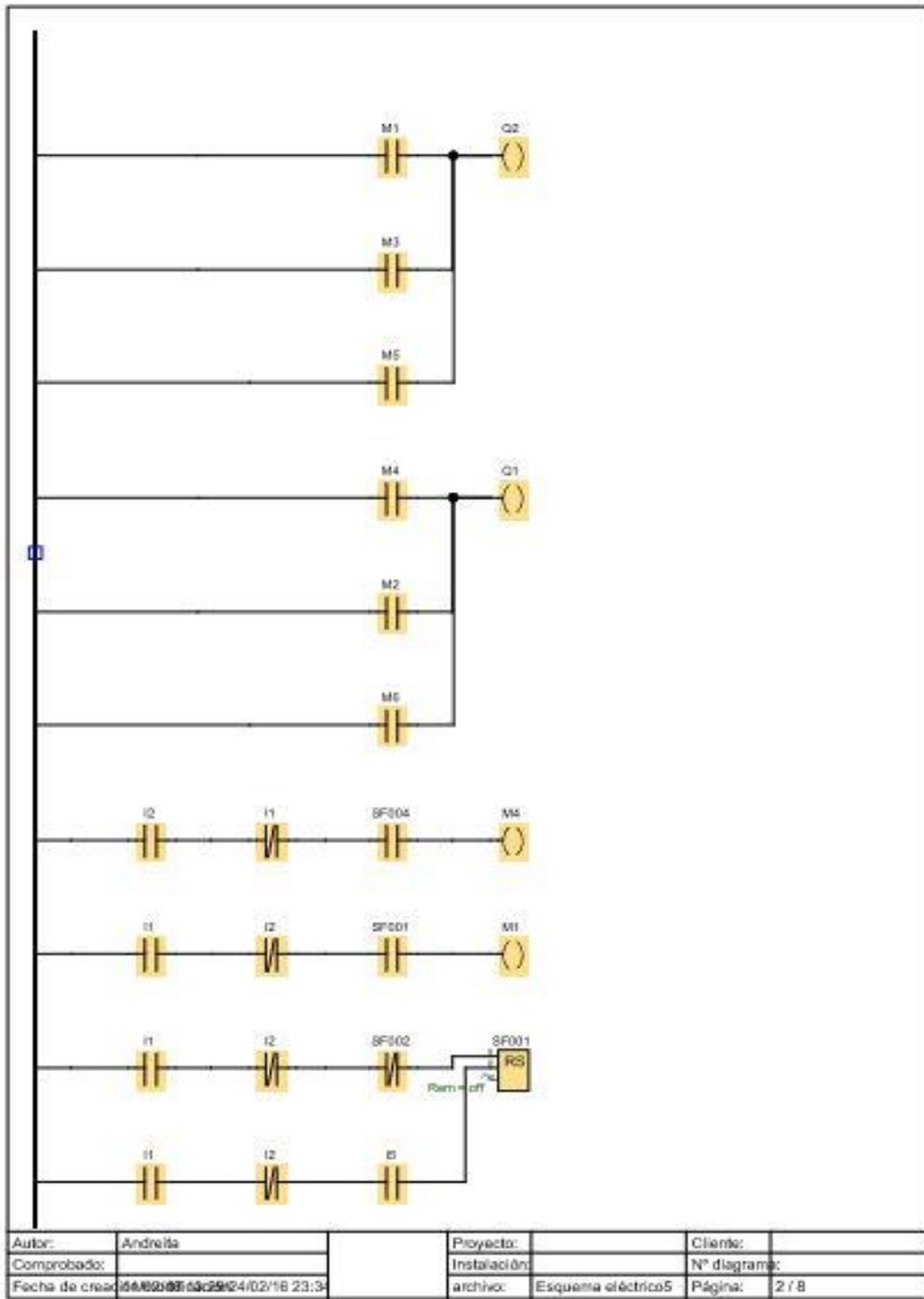
| Díámetro | L1 (mm) | L2 (mm) | Carga máx. FB |
|-----------------|----------------|----------------|----------------------|
| 32 | 32 | 52+carrera | 40 |
| 40 | 37 | 58+carrera | 65 |
| 50 | 39 | 68+carrera | 100 |
| 63 | 43 | 71+carrera | 155 |
| 80 | 52 | 79+carrera | 250 |
| 100 | 56 | 85+carrera | 395 |
| 125 | 91 | 118+carrera | 615 |
| 160 | 103 | 149+carrera | 1.005 |

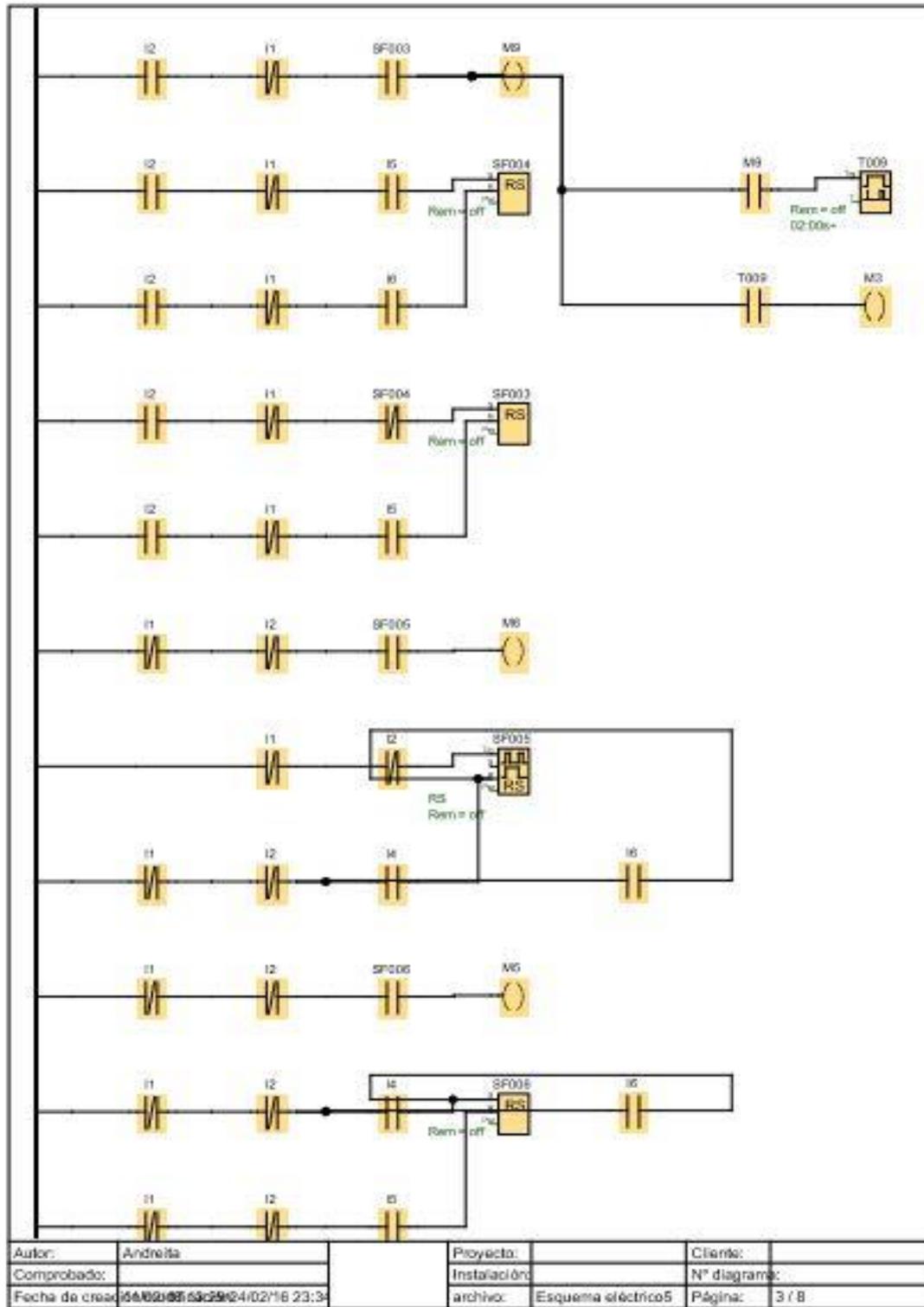
Consumo de aire teórico de los cilindros doble efecto.

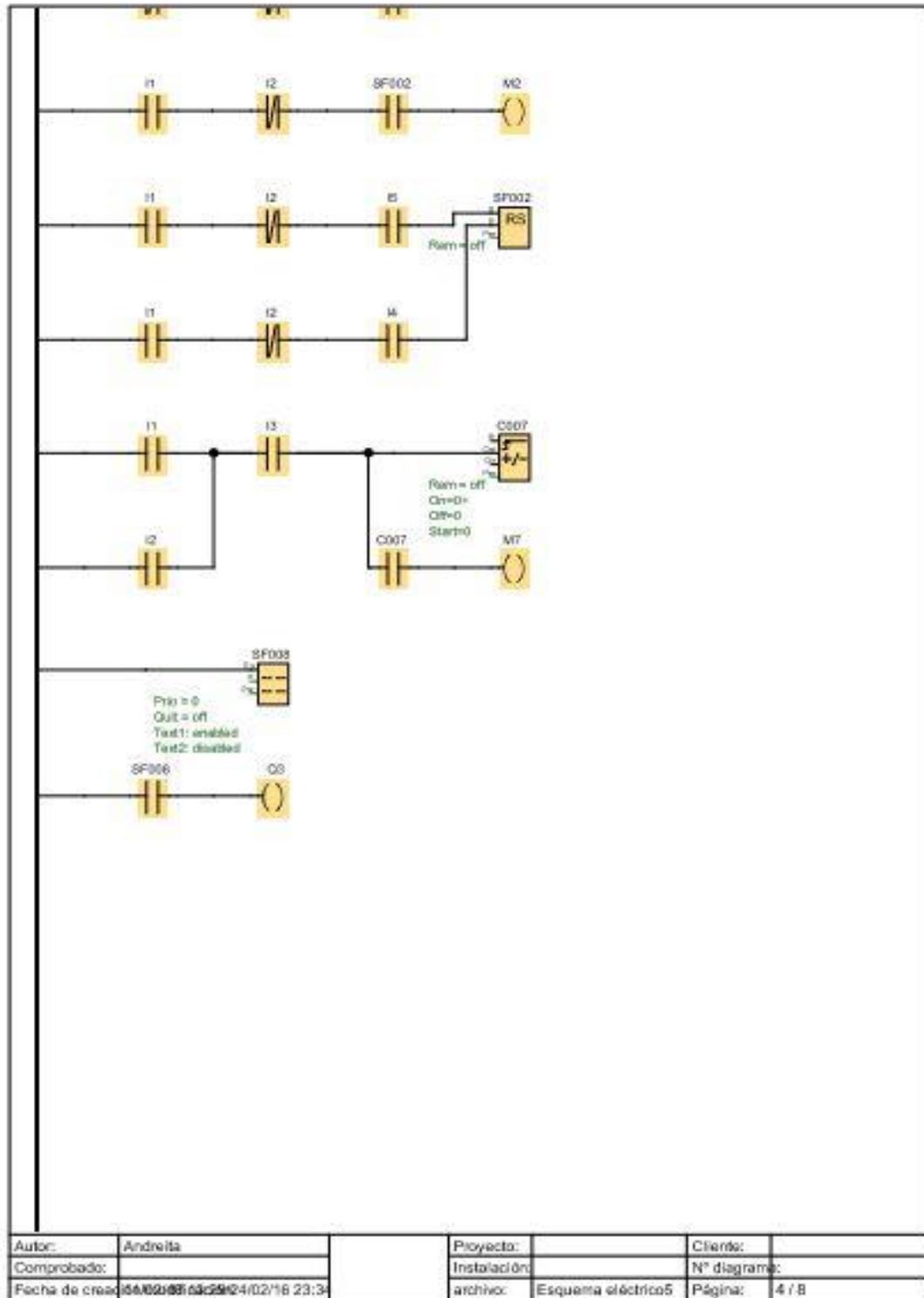
| Diámetro Cil. | Presión de Trabajo (bar) | | | | |
|---------------|--------------------------|-------|-------|-------|-------|
| | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 20 | 0,124 | 0,155 | 0,186 | 0,217 | 0,248 |
| 25 | 0,194 | 0,243 | 0,291 | 0,340 | 0,388 |
| 32 | 0,319 | 0,398 | 0,477 | 0,557 | 0,636 |
| 40 | 0,498 | 0,622 | 0,746 | 0,870 | 0,993 |
| 50 | 0,777 | 0,971 | 1,165 | 1,359 | 1,553 |
| 63 | 1,235 | 1,542 | 1,850 | 2,158 | 2,465 |
| 80 | 1,993 | 2,487 | 2,983 | 3,479 | 3,975 |
| 100 | 3,111 | 3,886 | 4,661 | 5,436 | 6,211 |

Anexo 2: Programación

| Dirección del módulo | | | |
|-------------------------|------------------|--------------|--------------------|
| Dirección IP | 192.168.0.2 | | |
| Máscara de subred: | 255.255.255.0 | | |
| Pasarela predeterminada | | | |
| | | | |
| Autor: | Andrés | Proyecto: | |
| Comprobado: | | Instalación: | |
| Fecha de creación: | 04/02/2016 23:34 | archivo: | Esquema eléctrico5 |
| | | Cliente: | |
| | | Nº diagrama: | |
| | | Página: | 1 / 8 |

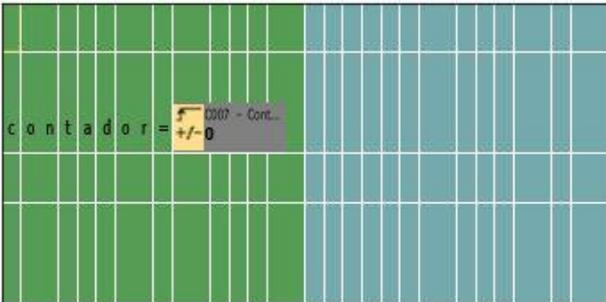






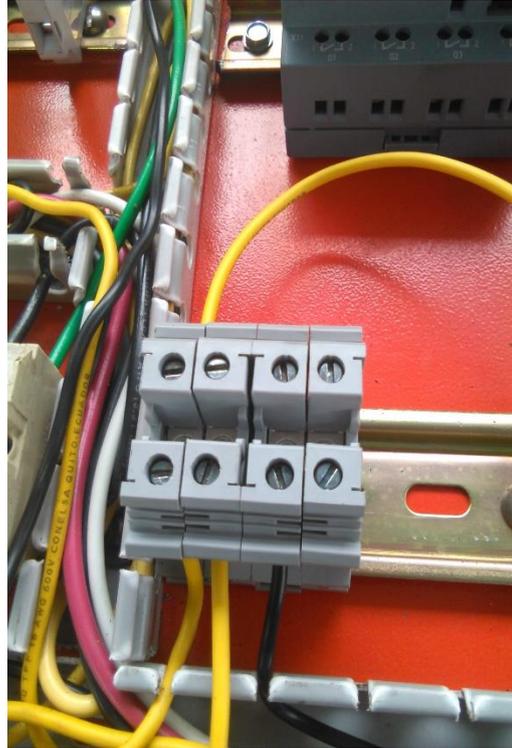
| | | | | | |
|--------------------|----------------|--------------|--------------------|--------------|-------|
| Autor: | Andreita | Proyecto: | | Cliente: | |
| Comprobado: | | Instalación: | | Nº diagrama: | |
| Fecha de creación: | 04/02/16 23:34 | archivo: | Esquema eléctrico5 | Página: | 4 / 8 |

| Número de bloque (tipo) | Parámetro |
|---|--|
| C007(Contador adelante/atrás) : | Rem = off On=0+ Off=0 Start=0 |
| SF001(Relé autoenclavador) : | Rem = off |
| SF002(Relé autoenclavador) : | Rem = off |
| SF003(Relé autoenclavador) : | Rem = off |
| SF004(Relé autoenclavador) : | Rem = off |
| SF005(Relé de impulsos) : | RS Rem = off |
| SF006(Relé autoenclavador) : | Rem = off |
| | |
| Autor: Andrieta | Proyecto: |
| Comprobado: | Instalación: |
| Fecha de creación/modificación: 14/02/16 13:29:24/02/16 23:34 | archivo: Esquema eléctrico5 no bonar |
| | Ciente: |
| | Nº diagrama: |
| | Página: 7 / 8 |

| Número de bloque (tipo) | Parámetro |
|---|---|
| SF008(Texto de aviso) : | Prio = 0 Quit = off Text1: enabled Text2: disabled |
|  | --> Configuración del ticker - CBC - Line1: N - Line2: N - Line3: N - Line4: N Destino de aviso - Display de LOGO! |
| T009(Retardo a la conexión) : | Rem = off 02:00s+ |
| | |
| Autor: Andrieta | Proyecto: |
| Comprobado: | Instalación: |
| Fecha de creación/modificación: 14/02/16 13:29:24/02/16 23:34 | archivo: Esquema eléctrico5 no bonar |
| | Ciente: |
| | Nº diagrama: |
| | Página: 8 / 8 |

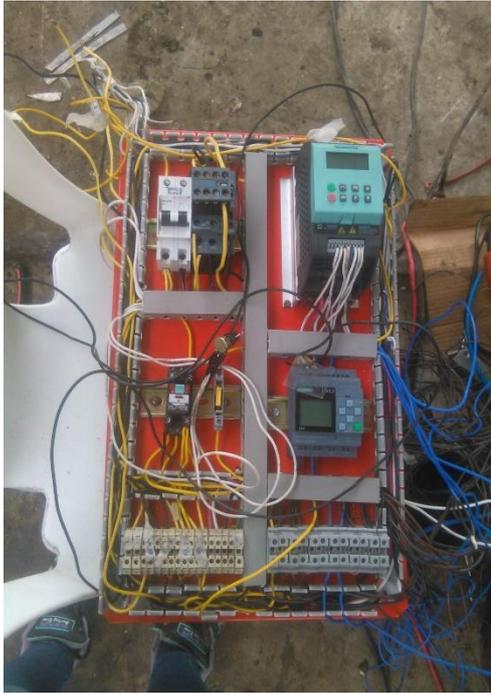
Anexo 2 Programación

Anexo 3 . Construcción del tablero eléctrico.









Anexo 3 Construcción tablero

Anexo 4 .P&ID

| 1.ª Letra | | Letras sucesivas | | |
|---------------------|----------------------------|----------------------------|--|-----------------------------|
| Variable medida (3) | Letra de modificación | Función de lectura pasiva | Función de salida | Letra de modificación |
| A | Análisis (4) | Alarma | | |
| B | Llama (quemador) | Libre (1) | Libre (1) | Libre (1) |
| C | Conductividad | | Control | |
| D | Densidad o peso específico | Diferencial (3) | | |
| E | Tensión (f.e.m.) | Elemento primario | | |
| F | Caudal | Relación (3) | | |
| G | Calibre | Vidrio (8) | | |
| H | Manual | | | Alto (6) (13) (14) |
| I | Corriente eléctrica | Indicación (9) o indicador | | |
| J | Potencia | Exploración (6) | | |
| K | Tiempo | | Estación de control | |
| L | Nivel | Luz piloto (10) | | Bajo (6) (13) (14) |
| M | Humedad | | | Medio o intermedio (6) (13) |
| N | Libre (1) | Libre | Libre | Libre |
| O | Libre (1) | Orificio | | |
| P | Presión o vacío | Punto de prueba | | |
| Q | Cantidad | Integración (3) | | |
| R | Radiactividad | Registro | | |
| S | Velocidad o frecuencia | Seguridad (7) | Interruptor | |
| T | Temperatura | | Transmisión o transmisor | |
| U | Multivariable (5) | Multifunción (11) | Multifunción (11) | Multifunción (11) |
| V | Viscosidad | | Válvula | |
| W | Peso o Fuerza | Vaina | | |
| X | Sin clasificar (2) | Sin clasificar | Sin clasificar | Sin clasificar |
| Y | Libre (1) | | Relé o computador (12) | |
| Z | Posición | | Elemento final de control sin clasificar | |

Anexo 4 Tabla de instrumentación

