



PROPUESTA DE AUTOMATIZACION

AUTOMATIZACION DE MAQUINA PROCESADORA DE HARINA DE  
MAIZ Y ARROZ  
HARINAS DE MAIZ Y ARROZ EN LA INDUSTRIA AGRICOLA

MAYCON ALFREDY MONTENEGRO BAHAMON

CORPORACION UNIVERSITARIA MINUTO DE DIOS  
CENTRO REGIONAL SOACHA  
TECNOLOGIA EN ELECTRONICA  
SOACHA 2011

PROPUESTA DE AUTOMATIZACION  
AUTOMATIZACION DE MAQUINA PROCESADORA DE  
HARINA DE MAIZ Y ARROZ  
HARINAS DE MAIZ Y ARROZ EN LA INDUSTRIA AGRICOLA

MAYCON ALFREDY MONTENEGRO BAHAMON

INGENIERO EN AUTOMATIZACION:  
JHON FREDY VALCARCEL QUITIAN

CORPORACION UNIVERSITARIA MINUTO DE DIOS  
CENTRO REGIONAL SOACHA  
TECNOLOGIA EN ELECTRONICA  
SOACHA 2011

NOTA DE ACEPTACIÓN

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

PRESIDENTE DEL JURADO

\_\_\_\_\_

JURADO

\_\_\_\_\_

JURADO

## AGRADECIMIENTOS

El autor expresa su más sincero agradecimiento a:

A Dios por tenerme presente

A mi familia en especial a mis padres Alfredy Montenegro y Estella Bahamon

- ❖ Al Ingeniero JOHN FREDY VALCARCEL; Asesor del Proyecto, por sus valiosas orientaciones.
- ❖ A la empresa INDUSTRIA AGRICOLA; por permitir realizar el proyecto y financiarlo.
- ❖ A la corporación universitaria uniminuto; por su constante motivación en éste trabajo.
- ❖ A todos de corazón mil gracias.

# TABLA DE CONTENIDO

## INTRODUCCION

1. Objetivos
  - 1.1 Objetivos generales
  - 1.2 Objetivos específicos
2. Descripción del problema
3. Estado actual del problema
4. Justificación
5. Marco teórico
  - 5.1 Molinos para triturar granos
    - 5.1.1 Molino de Bolas
    - 5.1.2 Molino de Barras
    - 5.1.3 Molino de Martillos
  - 5.2 Sistema de alimentacion

#### 5.2.4 Silo

### 5.3 Elementos de control

#### 5.3.1 Sensor

#### 5.3.2 Transductores de Corriente

#### 5.3.3 Amperímetro Digital

#### 5.3.4 Relé Térmico

#### 5.3.5 PLC

#### 5.3.6 Fuente de Voltaje

### 5.4 Elementos de fuerza

#### 5.4.1 Contactor

#### 5.4.2 Variador de Velocidad

### 5.5 Sistema de proteccion

#### 5.5.1 Breakers

### 5.6 Elementos mecánicos utilizados en el proyecto

## 6. Cronograma de actividades

## 7. Análisis del diseño e implementación de control de corriente Del motor que mueve el molino de martillos

## 8. Diseño e implementación m itoreo y control de los motores y y control

- 8.1 Diagrama de funcionamiento de la máquina para producir harina de maíz
- 8.2 Materiales usados
- 8.3 Diseño del circuito eléctrico

CONCLUSIONES

BIBLIOGRAFIA

ANEXOS

### **LISTA DE FIGURAS**

Figura No. 1 Rosca Transportadora (Tornillo Sin Fin)

Figura No. 2 Transporte Nemático (Turbina

Figura No. 3 Esclusa de Extracción (Válvula Rotativa)



Figura No. 4 Ejecución del trabajo

## GLOSARIO

**Amperio:** unidad de intensidad de corriente eléctrica que corresponde al paso de un colombo por segundo.

**Control de circuito abierto:** Es un sistema de control el cual suministra información necesaria para el control, sin comparar el valor medido de una variable de proceso con un valor de referencia.

**Control manual:** Una forma de control ejecutado por un operario.

**Control automático:** Forma de control que se lleva a cabo en forma automática, sin intervención humana, mediante los diferentes dispositivos de control del proceso.

**Instrumentación:** Se define como un sistema conformado por instrumentos y dispositivos asociados, usados para detectar, señalar, observar, medir, controlar, o comunicar atributos de un objeto físico o proceso.

## OBJETIVOS

- **Objetivo general**
- Automatizar el proceso de molienda para obtener harinas de maíz y arroz en la empresa agrícola

- Para obtener mejoras en el producto
- Hacer más eficiente el proceso
- **Objetivos específicos**
- Diseñar e implementar el monitoreo y control de los motores y accionadores
- Diagrama de flujo
- Diagrama de bloques

## INTRODUCCION

Los sistemas de automatización para procesos industriales, son utilizados con el objetivo de obtener productos terminados con las garantías de calidad exigidas y en la cantidad suficiente para obtener precios competitivos.

En los inicios de la era industrial, el operario llevaba a cabo un control manual para las diferentes variables físicas que se involucran en los procesos industriales, pero debido al aumento gradual de los procesos se ha exigido la automatización progresiva por medio de elementos de medición y control.

Estos elementos han ido liberando al operario de su función de la actuación física directa en la planta, y le han permitido labores de supervisión y vigilancia del proceso, desde centros de control situados en el propio proceso o bien en salas aisladas.

Un sistema de automatización tiene como parte fundamental controlar, supervisar y a la vez proteger el proceso, teniendo como base una buena capacitación en el diseño y cálculo de los equipos se pueden llegar a realizar acciones de control en poco tiempo, con gran exactitud y precisión.

## **2. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA**

La empresa INDUSTRIA AGRICOLA. Dispone de una máquina para producir harina de maíz y arroz, la cual consta de un molino de martillos, una turbina transportadora de harina, un silo, y filtros para evacuar el aire. La gerencia de la empresa INDUSTRIA AGRICOLA quiere automatizar este proceso para garantizar cantidades y productos estándar de producción.

El problema principal es el consumo excesivo de corriente el cual perjudica el proceso y costo de la empresa INDUSTRIA AGRICOLA, otro de los factores que perjudica es el riesgo que asume el operario al tener que subir con el producto para llenar la tolva.

### **Contribución al problema**

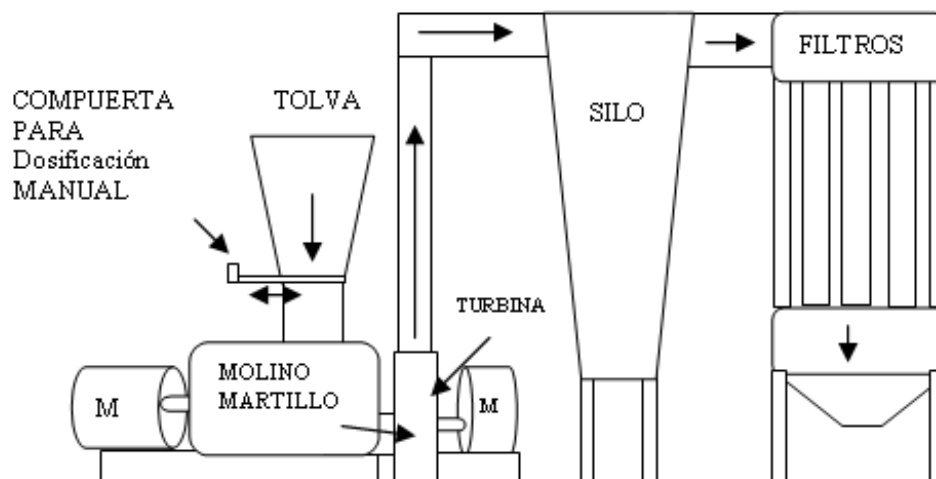
Se soluciona el proceso de llenado de la tolva sin poner en riesgo el operario, el consumo de corriente de los motores se hace mas eficiente. lo cual mejora el proceso.

## **3. ESTADO ACTUAL DEL PROBLEMA**

La máquina para producir harina de maíz y arroz se monitoreo durante ocho días, como periodo de prueba, en los cuales se encontraron los siguientes problemas:

Para encender y apagar los motores, que mueven el molino de martillos y la turbina, se realiza por separado para que no se genere atascamiento de producto en la cámara donde se encuentran los martillos.

Para alimentar el molino, el operario debe subir el producto manualmente por medio de una escalera hasta el borde de la tolva. Después regula la entrada del producto manualmente, abriendo y cerrando la compuerta, que se encuentra a la entrada del molino. Si el operario la abre demasiado cae abundante producto en los martillos, generando una sobre corriente, que ocasiona serios daños al motor que mueve el molino de martillos y por esta razón es necesario desarmar la cámara donde se encuentran los martillos, luego se retira la harina acumulada y se prende de nuevo la máquina. Por otra parte si se cierra la compuerta el motor empieza a trabajar en vacío y pierde producción. Un segundo operario se encarga de retirar la harina del silo, pero al realizar esta operación se producen fugas de har



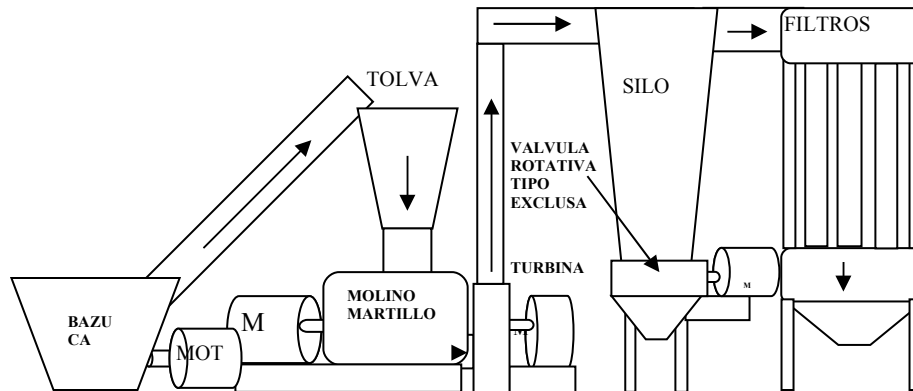
#### **4. JUSTIFICACION**

El proyecto se ejecutará para solucionar el problema de poca producción, y obtener una harina de mejor calidad. Por esta razón la empresa INDUSTRIA AGRICOLA contrato los arreglos mecánicos con la empresa FAMSER (empresa de desarrollo industrial), quien desarrollará lo siguiente:

- Fabricar una tolva sobre el piso con un sistema de alimentación tornillo sinfín al cual se le acondicionará un moto reductor de 3 HP que lo hará girar para transportar el producto hasta la tolva del molino de martillos, y evitar que el operario realice esta operación.
- Construir una válvula rotativa tipo exclusiva en el silo, la cual la hace girar una moto reductora de 1HP, para evitar fugas de harina.
- Construir una turbina nueva con un motor de 6 HP.

Todo esto se automatizará para evitar graves daños en la línea de producción.

**- Máquina para producir Harina de Maíz y Arroz Automatizada**



## 5. MARCO TEORICO

### 5.1 MOLINOS PARA TRITURAR GRANOS

**5.1.1 Molino de Bolas.** El Molino de bola es el equipo importante para aplastar de nuevo después de que los materiales se hayan machacado. Utilizado para reducir a polvo la materia prima mediante la rotación de un tambor que contiene bolas de acero o de otro material.<sup>1</sup>

**5.1.2 Molino de Barras.** Utilizado para reducir a polvo la materia prima mediante la rotación de un tambor que contiene barras de acero o de otro material.<sup>2</sup>

**5.1.3 Molino de Martillos.** Utilizado para reducir a granulometría, mediante la rotación de un eje al que están adosados martillos de aleaciones duras.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> [www.wikipedia.com](http://www.wikipedia.com), [www.los-seibos.com](http://www.los-seibos.com).

<sup>2</sup> [www.wikipedia.com](http://www.wikipedia.com).

<sup>3</sup> [www.wikipedia.com](http://www.wikipedia.com), [www.los-seibos.com](http://www.los-seibos.com).



**5.2.1 Elevador de Cangilones.** Un elevador de cangilones es un mecanismo que se emplea para el acarreo o manejo de materiales a granel verticalmente (como en el caso de granos, semillas, fertilizantes, etc.).<sup>4</sup>

**5.2.2 Rosca Transportadora HSF.** La Rosca transportadora HSF/T ha sido diseñada para la extracción, transporte o dosificación de una gran variedad de productos secos.

Prillwitz fabrica básicamente dos tipos de roscas transportadoras: la rosca tubular (HSFT) y la rosca en forma de batea con tapas de inspección optativas (HSF). Además, ambos sinfines pueden construirse con diferentes diámetros y pasos en función del tipo y volumen de producto a transportar o dosificar.

Para productos abrasivos puede suministrarse un sinfín con tratamiento anti desgaste. Para agregar mezcla al transporte se recomienda emplear el sinfín a paletas.<sup>5</sup>

**5.2.3 Esclusa de Extracción HSD (Válvula Rotativa).** La válvula de extracción HSD se emplea como sello en la descarga de sistemas de transporte neumático, debajo de filtros de aire y ciclones, o bien como medio de dosificación de silos, depósitos y tolvas de almacenamiento.

Gracias a su precisa construcción, nuestra esclusa de descarga HSD funciona perfectamente tanto en depresión como en presión efectiva, asegurando la absoluta estanqueidad del producto que está siendo descargado.

Las esclusas de extracción son piezas críticas en cualquier industria que procese productos granulados o en polvo - tales como las industrias molinera, química y plástica - donde integran los Sistemas de transporte neumático y de control de

---

<sup>4</sup> [www.wikipedia.com](http://www.wikipedia.com).

<sup>5</sup> [www.los-seibos.com](http://www.los-seibos.com)

polvo y colaborando con los alimentadores y dosificadores de producto a la línea de producción.<sup>6</sup>

**5.2.4 Silo.** Un silo es una estructura diseñada para almacenar grano y otros materiales a granel; son parte integrante del ciclo de acopio de la agricultura. Los más habituales tienen forma cilíndrica, asemejándose a una torre, construida de madera, hormigón armado o metal. El diseño, inventado por Franklin Hiram King, emplea por lo general un aparejo mecánico para la carga y descarga desde la parte superior.

Actualmente el diseño original para la agricultura se ha adaptado a otros usos en la industria, utilizándose silos para depósito de materiales diversos, como el cemento, y también se han adaptado al área militar, empleándose silos para depósito y manejo de misiles.<sup>7</sup>

### 5.3 ELEMENTOS DE CONTROL

**5.3.1 Sensor.** Un sensor es un dispositivo capaz de medir magnitudes físicas o químicas, llamadas variables de instrumentación, y transformarlas en variables eléctricas. Las variables de instrumentación pueden ser por ejemplo: temperatura, intensidad lumínica, distancia, aceleración, inclinación, desplazamiento, presión, fuerza, torsión, humedad, etc. Una magnitud eléctrica puede ser una resistencia eléctrica, una capacidad eléctrica (como en un sensor de humedad), una Tensión eléctrica (como en un termopar), una corriente eléctrica (como en un fototransistor), etc.<sup>8</sup>

---

<sup>6</sup> [www.wikipedia.com](http://www.wikipedia.com)

<sup>7</sup> [www.wikipedia.com](http://www.wikipedia.com)

<sup>8</sup> [www.wikipedia.com](http://www.wikipedia.com)

**5.3.2 Transductores de Corriente.** Los transductores directamente conectados a las líneas secundarias de un transformador de corriente, dan una salida de corriente continua, la cual es una función lineal de la cantidad de corriente de entrada.

Los transductores de tensión directamente conectados a las líneas de un sistema o a través de los transformadores de tensión.

Los transductores de corriente directamente conectados a las líneas secundarias de los transformadores de corriente. Los transductores de potencia directamente conectados a los hilos de un sistema eléctrico y a las líneas secundarias de los transformadores de corriente.

La corriente de salida, la cual es independiente de la carga, en un amplio rango, es usada para proveer indicación o manipulación de datos a una distancia considerable del punto de medición. Similarmente, una señal de voltaje o de potencia puede ser convertida en una señal de corriente continua.

**5.3.3 Amperímetro Digital.** Instrumento digital diseñado para medir y presentar en forma digital la corriente eléctrica de un equipo. Es importante tener la corriente adecuada para la cual fueron diseñados los diferentes dispositivos conectados al sistema. Salirse de éste rango de operación puede ser motivo de deterioro de los mismos.

**5.3.4 Relé Térmico.** Los Relés Térmicos son los aparatos más utilizados para proteger los motores contra las sobrecargas débiles y prolongadas. Se pueden utilizar en corriente alterna o continua. Este dispositivo de protección garantiza:

- Optimizar la durabilidad de los motores, impidiendo que funcionen en condiciones de calentamiento anómalas.

- La continuidad de explotación de las máquinas o las instalaciones evitando paradas imprevistas.

Volver a arrancar después de un disparo con la mayor rapidez y las mejores condiciones de seguridad posibles para los equipos y las personas.<sup>9</sup>

**5.3.5 PLC.** Como su mismo nombre lo indica, se ha diseñado para programar y controlar procesos secuenciales en tiempo real. Por lo general, es posible encontrar este tipo de equipos en ambientes industriales.

Los PLC sirven para realizar automatismos, se puede ingresar un programa en su disco de almacenamiento, y con un microprocesador integrado, corre el programa, se tiene que saber que hay infinitudes de tipos de PLC. Los cuales tienen diferentes propiedades, que ayudan a facilitar ciertas tareas para las cuales se los diseñan.

Para que un PLC logre cumplir con su función de controlar, es necesario programarlo con cierta información acerca de los procesos que se quiere secuenciar. Esta información es recibida por captadores, que gracias al programa lógico interno, logran implementarla a través de los accionadores de la instalación. Un PLC es un equipo comúnmente utilizado en maquinarias industriales de fabricación de plástico, en máquinas de embalajes, entre otras; en fin, son posibles de encontrar en todas aquellas maquinarias que necesitan controlar procesos secuenciales, así como también, en aquellas que realizan maniobras de instalación, señalización y control.

Dentro de las funciones que un PLC puede cumplir se encuentran operaciones como las de detección y de mando, en las que se elaboran y envían datos de acción a los pre-accionadores y accionadores. Además cumplen la importante

---

<sup>9</sup> [www.wikipedia.com](http://www.wikipedia.com).

función de programación, pudiendo introducir, crear y modificar las aplicaciones del programa.

Dentro de las ventajas que estos equipos poseen se encuentra que, gracias a ellos, es posible ahorrar tiempo en la elaboración de proyectos, pudiendo realizar modificaciones sin costos adicionales. Por otra parte, son de tamaño reducido y mantenimiento de bajo costo, además permiten ahorrar dinero en mano de obra y la posibilidad de controlar más de una máquina con el mismo equipo. Sin embargo, y como sucede en todos los casos, los controladores lógicos programables, o PLC's, presentan ciertas desventajas como es la necesidad de contar con técnicos calificados y adiestrados específicamente para ocuparse de su buen funcionamiento.

**5.3.6 Fuente de Voltaje.** A fuente del voltaje es cualquier dispositivo o sistema eso produce **fuerza electromotriz** entre sus terminales O deriva un voltaje secundario de una fuente primaria de la fuerza electromotriz. Una fuente primaria del voltaje puede proveer (o absorber) energía a un circuito mientras que una fuente secundaria del voltaje disipa energía de un circuito.

Un ejemplo de una fuente primaria es un campo común **batería** mientras que un ejemplo de una fuente secundaria es a **regulador de voltaje**. En teoría eléctrica del circuito, una fuente del voltaje es **dual** de a **fuerza actual**. El cuadro 1 demuestra un diagrama esquemático de una fuente ideal del voltaje que conduce una carga del resistor.

## 5.4 ELEMENTOS DE FUERZA

**5.4.1 Contactor.** Un contactor es un componente electromecánico que tiene por objetivo establecer o interrumpir el paso de corriente, ya sea en el circuito de potencia o en el circuito de mando, tan pronto se energice la bobina (en el caso de ser contactores instantáneos). Un contactor es un dispositivo con capacidad de cortar la corriente eléctrica de un receptor o instalación, con la posibilidad de ser accionado a distancia, que tiene dos posiciones de funcionamiento: una estable o de reposo, cuando no recibe acción alguna por parte del circuito de mando, y otra inestable, cuando actúa dicha acción. Este tipo de funcionamiento se llama de "todo o nada". En los esquemas eléctricos, su simbología se establece con las letras KM seguidas de un número de orden.

**5.4.2 Variador de Velocidad.** El Variador de Velocidad (VSD, por sus siglas en inglés *Variable Speed Drive*) es en un sentido amplio un dispositivo o conjunto de dispositivos mecánicos, hidráulicos, eléctricos o electrónicos empleados para controlar la velocidad giratoria de maquinaria, especialmente de motores. También es conocido como Accionamiento de Velocidad Variable (ASD, también por sus siglas en inglés *Adjustable-Speed Drive*). De igual manera, en ocasiones es denominado mediante el anglicismo Drive, costumbre que se considera inadecuada.

La maquinaria industrial generalmente es accionada a través de motores eléctricos, a velocidades constantes o variables, pero con valores precisos. No obstante, los motores eléctricos generalmente operan a velocidad constante o cuasi-constante, y con valores que dependen de la alimentación y de las características propias del motor, los cuales no se pueden modificar fácilmente. Para lograr regular la velocidad de los motores, se emplea un controlador especial que recibe el nombre de variador de velocidad. Los variadores de velocidad se emplean en una amplia gama de aplicaciones industriales, como en ventiladores y

equipo de aire acondicionado, equipo de bombeo, bandas y transportadores industriales, elevadores, llenadoras, tornos y fresadoras, etc.

Un variador de velocidad puede consistir en la combinación de un motor eléctrico y el controlador que se emplea para regular la velocidad del mismo. La combinación de un motor de velocidad constante y de un dispositivo mecánico que permita cambiar la velocidad de forma continua (sin ser un motor paso a paso) también puede ser designado como variador de velocidad.

## **5.5 SISTEMAS DE PROTECCION**

**5.5.1 Breakers.** Los breakers termo magnéticos Stock. son aparatos destinados a la protección de los conductores que conforman las instalaciones eléctricas. Ideales como protección de sobre cargas y/o corto circuitos. Con una adecuada selección de corriente nominal, dicha protección puede ser extendida a cualquier aparato electrónico conectado del lado de la carga.

## 5.6 ELEMENTOS MECANICOS UTILIZADOS EN EL PROYECTO

Para este proyecto se utilizaron los siguientes elementos

**Figura No. 1 Rosca Transportadora (Tornillo Sin Fin)**



**Figura No. 2 Transporte Nemático (Turbina)**





**Figura No. 3 Esclusa de Extracción (Válvula Rotativa)**



**Figura No. 4 ejecuciones del trabajo**

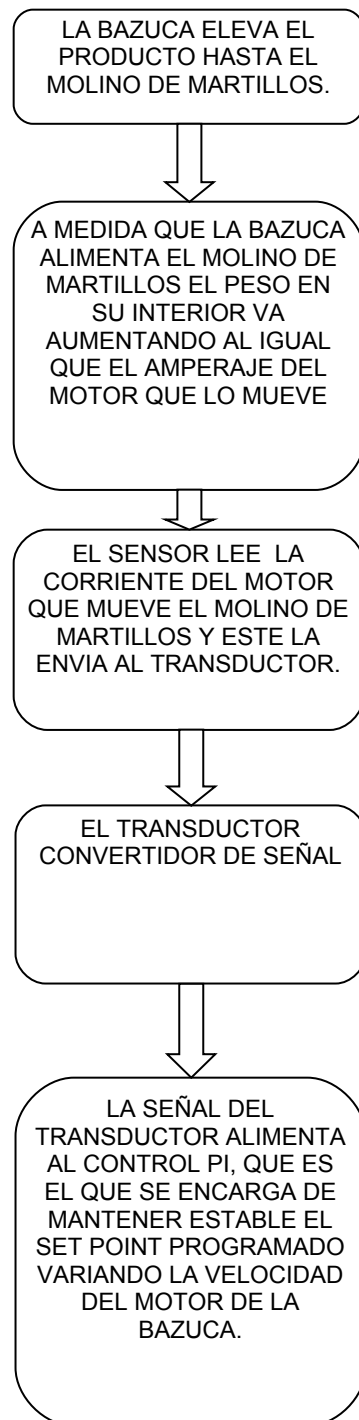


## 6. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

1. Realizar un estudio general de la máquina y de la red eléctrica existente en la empresa, para establecer si ésta soportará la carga con la que trabajará la máquina.
2. Asistir a una reunión con FAMSER para determinar que se va a modificar mecánicamente; motores, moto-reductores, que se van a implementar para así realizar el diseño eléctrico según la potencia de cada uno de ellos.
3. Diseño de planos para control eléctrico y potencia de motores, con base en esto se tendrá el listado de materiales que se van a implementar.
4. Realizar cotización de materiales para presentárselo a INDUSTRIA AGRICOLA, que autorizará el desembolso económico.
5. Compra de materiales para armado de tablero control de máquina y conexión de motores.
6. Construcción de tablero para controlar máquina.
7. Instalación de tablero de control y conexión a motores en la empresa INDUSTRIA AGRICOLA, esta instalación se realizará cuando la empresa FAMSER haya hecho el montaje mecánico.
8. Realizar pruebas para encontrar fallas tanto en el programa de (controlador lógico programable), control eléctrico, potencia, control lazo cerrado y modificaciones según su falla.

9. Realizar pruebas con diferentes tipos de mallas para identificar el producto que satisfaga la necesidad de la empresa, y poder realizar así el manual del usuario, según el producto (harina) que se llegue a necesitar en diferentes tiempos.
  
10. Definir y construir los instrumentos de recolección de datos para la elaboración del documento a entregar.
  
11. el tiempo de investigación a la fecha de entrega se tiene estimada en un tiempo de 6 meses, teniendo en cuenta los posibles cambios e imprevistos.

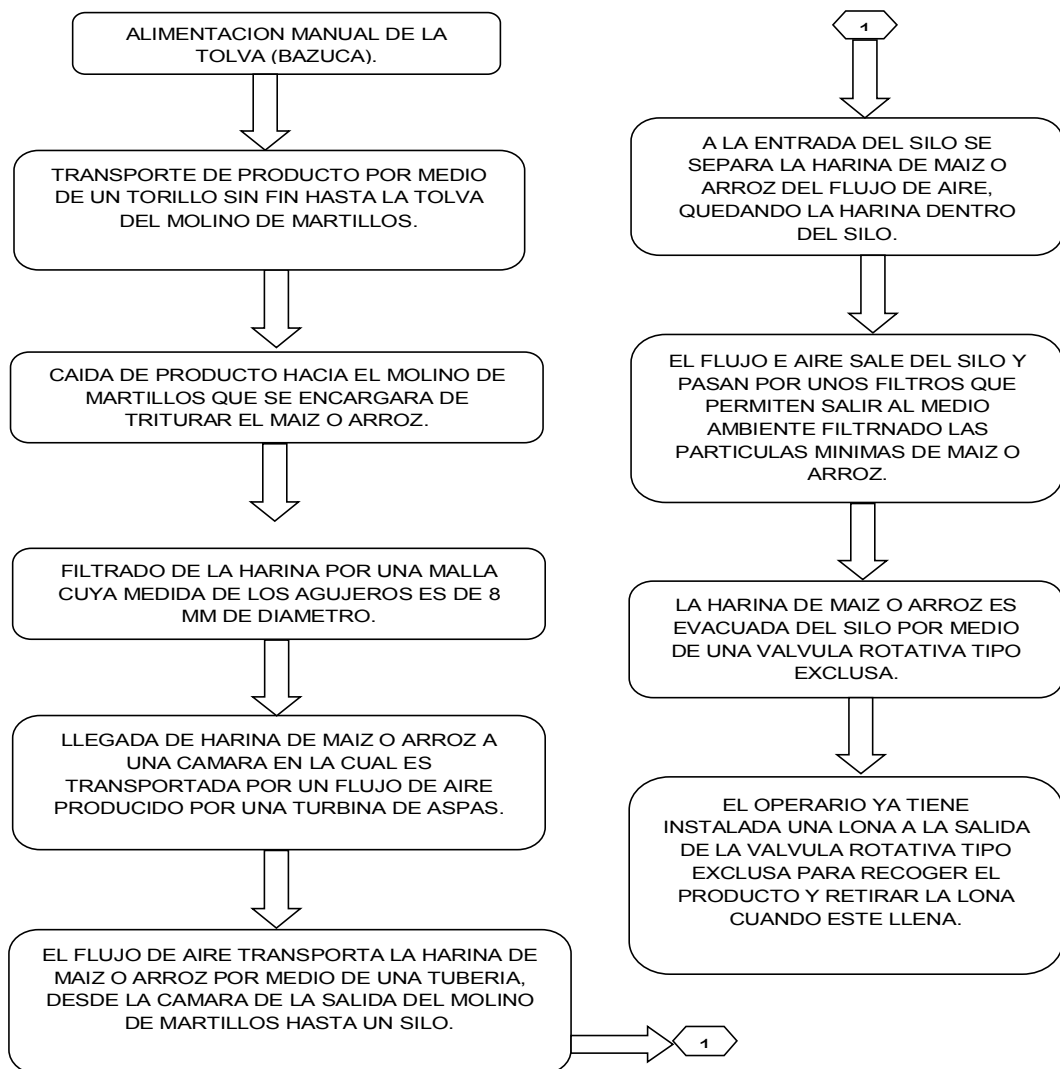
## 7. DIAGRAMA DE FUNCIONAMIENTO DEL CONTROL DE LAZO CERRADO



## 8. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL MONITOREO Y CONTROL DE LOS MOTORES Y ACCIONADORES

Para diseñar e implementar el monitoreo y control de los motores y accionadores, primero se necesita conocer el proceso para moler harina de maíz y arroz.

### 8.1 DIAGRAMA DE FUNCIONAMIENTO DE LA MÁQUINA PARA PRODUCIR HARINA DE MAÍZ Y ARROZ



La empresa INDUSTRIA AGRICOLA, dispone de lo siguiente: Un breaker trifásico de 200 amperios, tres contactores, un térmico y un temporizador para hacer un

circuito estrella triangulo para arrancar el molino de martillos. La empresa tiene un punto eléctrico de 220 voltios trifásico en cable AWG 2/0.

## **8.2 MATERIALES USADOS**

Para monitorear y controlar los motores y accionadores se desarrolló un circuito de control eléctrico que consta de: un breaker trifásico totalizador (Q1) que energiza el tablero de control. Tres contactores (K1, K2, K3), un térmico (TERM 1), un temporizador (T1) para el circuito estrella triangulo que arranca al motor que mueve el molino de martillos. Un breaker (Q3), un contactor (K4), un térmico (TERM 2) para arrancar el motor que mueve la turbina de aire. Un breaker (Q4), un contactor (K5), un térmico (TERM 3) para arrancar el motor que mueve la válvula rotativa tipo exclusiva. Un breaker (Q5), un variador de velocidad con control PI, para arrancar el motor que mueve el tornillo sinfín de (bazuca). Una fuente de 220voltios AC a 24 voltios DC para las entradas y salidas del PLC ANEXO.

Una alarma sonora, una luz giratoria (licuadora) para cuando el PLC genera alarmas por daños en la máquina. Un transformador de corriente que funciona como sensor para leer la corriente del motor que mueve el molino de martillos, una pantalla digital que permite visualizar la corriente del motor que mueve el molino de martillos, un transductor de 0-5 amperios a 4-20 mA, un PLC para controlar la máquina en automático, seis relevos a 24 voltios para proteger las salidas del PLC, cinco relevos para hacer control eléctrico para que la máquina funcione en manual o automático, seis porta fusible con fusible para proteger los relevos y la salidas del PLC a 24 voltios, bornes para conectar el cable que sale de los motores con el tablero de control, dos ventiladores para refrigerar el tablero de control, un botón y cuatro accionadores, dos paradas de emergencia, un vigilante de tensión, pilotos de color rojo y verde, cable 2/0 que soporta 145 amperios por línea, cable # 4 que soporta 70 amperios por línea, cable # 8 que soporta 40 amperios por línea, cable # 12 que soporta 25 amperios por línea y cable # 18 para hacer el control eléctrico.

La empresa FAMSER se encargó de construir:

Una bazuca con un motor de 3HP a 220 voltios, una válvula rotativa tipo exclusiva con un motor de 1 HP a 220 voltios, una turbina con un motor de 6HP a 220 voltios.

### **8.3 DISEÑO DEL CIRCUITO ELECTRICO**

El elevador del producto (bazuca) tiene un motor de 3 HP a 220 voltios con una conexión de las bobinas del motor en estrella. Para controlar la cantidad de producto que va a subir a la tolva del molino de martillos, se cambia la velocidad del motor con un variador (optidrive) de 3 HP a 220 voltios con control de lazo cerrado PI (proporcional integral), siendo la corriente nominal de 7.5 amperios se protege contra corto circuito con un breaker (Q5) de 10 amperios, se utilizó cable # 12 vehículo que soporta 25 amperios.

El motor que mueve el molino de martillos es de 60 HP a 220 voltios, para darle arranque se realiza la conexión de las bobinas en estrella y automáticamente cambia a triángulo utilizando tres contactores. La corriente nominal del motor es de 130 amperios, para proteger al motor se instaló un rele térmico (TERM1) con un rango su protección por corriente de 80 a 130 amperios, el cual se calibra según la corriente de trabajo. Se protegiera al motor contra corto circuito con un breaker (Q1) de 200 amperios, se utilizó tres cables 2/0 que soporta 145 amperios por línea desde el breaker (Q1) hasta la entrada de los contactores K1, K2 y a la salida de los contactores K1, K2, K3 salen 6 cables para el motor de calibre # 4 que soporta 70 amperios por línea. Este cable es más delgado ya que la corriente de trabajo se divide por dos cables para llegar al motor.

El motor que mueve la turbina de aire es de 6 HP a 220 voltios con una conexión de las bobinas del motor en estrella. Para arrancar el motor se utiliza un contactor (K4) el cual cierra o abre las tres líneas eléctricas del motor. La corriente nominal

del motor es de 15 amperios, para proteger al motor se le instalo un relee térmico (TERM 2) con un rango de protección por corriente de 12 a 18 amperios, el cual se calibra según la corriente de trabajo. Se protegera al motor contra corto circuito con un breaker (Q3) de 20 amperios, se utilizó cable # 12 vehículo que soporta 25 amperios.

El motor que mueve la válvula rotativa es de 1 HP a 220 voltios con una conexión de las bobinas del motor en estrella. Para arrancar el motor se utiliza un contactor (k5) el cual cierra o abre las tres líneas eléctricas del motor. La corriente nominal del motor es de 3 amperios, para proteger al motor se instalo un relee térmico (TERM 3) con un rango de protección por corriente de 2 a 6 amperios, el cual se calibra según la corriente de trabajo. Se protege al motor contra corto circuito con un breaker (Q4) de 15 amperios, se utilizó cable # 12 vehículo que soporta 25 amperios.

Para controlar y monitorear los motores los accionadores, se diseñó un control eléctrico que permite prender la máquina en manual o automático, indicando que motor esta prendido con el piloto de luz de color verde. Los daños por térmico se visualizan con un piloto de color rojo, además brinda la opción de proteger los motores con el vigilante de tensión, los breaker y los térmicos. Se arrancan los motores independientemente con los accionadores en manual o el PLC los controla en automático por medio de los contactores, los cuales se encargan de cerrar el circuito de potencia, y controlar el encendido-apagado de cada uno de ellos.

Con este circuito el PLC puede recibir las señales digitales o análogas y envía las señales eléctricas para prender o apagar los motores, la luz giratoria (licuadora), la alarma sonara en caso que se presenta algún daño en la bobinas de los contactores o térmicos.



Para el control PI se diseñó un circuito eléctrico el cual conecta al sensor con la pantalla, el transductor, el PLC y el variador de velocidad para el control de lazo cerrado.

Se diseñó un circuito de potencia para energizar los motores, el cual se controla con los contactores, los motores se protegen con los breaker y térmicos. (Ver

## CONCLUSIONES

Se cumplió el diseño e implementación del lazo de control de corriente del motor que mueve el molino de martillos; se necesito controlar la corriente del motor que mueve el molino de martillos para evitar que la corriente del motor fuera mayor que la nominal. El problema se soluciono utilizando un variador de velocidad con control PI (proporcional integral), el cual movía el motor del elevador de producto (bazuca), y controlaba la dosificación del producto según la corriente del motor que mueve el molino de martillos.

Se diseñó e implementó el monitoreo y control de los motores y accionadores; Para lograr esto primero necesitamos conocer como se realizaba el proceso de molienda.

Para evitar un error humano en el control de la máquina, fue necesario que esta trabaje automáticamente utilizando el control de un PLC, para esto fue necesario desarrollar la programación e implementación del instrumento.

Con el fin de que el operario aprenda a conocer muy bien el proceso fue necesario crear un manual de usuario detallado.

Cuando se trabaja de la mano con otra empresa para construir una máquina es necesario mantener muy buena comunicación para evitar que salgan demasiados imprevistos.

En el momento que se realizó el análisis para automatizar la máquina no se tomó en cuenta algunas variables y por esta razón cambio el costo total.

Con el presente proyecto se abarco de manera general las características fundamentales tanto en el diseño de controles como en la programación de PLC,

se dieron a lo largo del proyecto con la idea de concientizar al lector de la importancia de estas, como parámetros esenciales para diseñar, calcular y adecuar sistemas a nuevas tecnologías económicamente viables y que estén acorde con el desarrollo industrial tanto a nivel nacional como internacional.

## **BIBLIOGRAFIA**

**ANALISIS Y DISEÑO DE SISTEMAS.**

**CHAPMAN, Stephen J.** Máquinas Eléctricas.

**CONTROL AUTOMATICO**

**<http://www.gigsize.com/get.php?d=mr4k0skxywf>**

**<http://www.gigsize.com/get.php?d=zylfmn9yv2f>**

**KUO, Benjamín C.** Sistemas de Control Automático.