



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA

FACULTAD DE INGENIERÍA

PRÁCTICA PROFESIONAL EN OLAM HONDURAS S.A.

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO:

INGENIERO EN MECATRÓNICA

PRESENTADO POR:

21541198 MARLON RONEY DELCID RIVERA

ASESOR: ING. ALBERTO CARRASCO

CAMPUS: SAN PEDRO SULA; ENERO, 2020

DEDICATORIA

Este trabajo está dirigido a mi madre Irma Estala Rivera, y mis abuelitos Santos Rivera Rivera, Herminia Rivera Fernández quienes me han apoyado siempre y sin su esfuerzo yo no habría llegado hasta donde estoy, así mismo a mis hermanos Andrea Aguilera Rivera, Anthony Rivera y en especial a mi hermano gemelo Marlon Adonay Delcid Rivera, sin el apoyo de todos ellos no hubiese sido posible nada de lo que soy.

AGRADECIMIENTO

en primera instancia doy gracias a Dios, que me ha iluminado durante este largo recorrido, a mi madre Irma Estela Rivera, que ha sacrificado todo a su paso para que logre cumplir mi meta de graduarme.

A mis abuelitos Santos Rivera, Herminia Rivera, que me han enseñado todo lo que la universidad no me enseñaba y es gracias a ellos que estoy aquí, me han apoyado, aconsejado y dirigido mis pasos, no tengo palabras precisas para describir lo que agradezco que estoy.

A mis hermanos que han soportado mi mal carácter y me han apoyado en esta travesía Andrea Aguilera, Anthony Rivera. A mi hermano gemelo Marlon Adonay Delcid Rivera, quien estuvo conmigo en cada paso que di hacia el frente, y me impulso cada vez que retrocedía, sin lugar a duda es hacia quien más agradezco estoy, no existe palabra en nuestro alfabeto que pueda describir lo que siento hacia él, siendo las más próximas: respeto, admiración, amor, lealtad y orgullo.

A mi novia Alejandra Speer, quien soporto mi temperamento siendo comprensiva, apoyándome en los momentos más difíciles y celebrando a mi lado en las victorias más notables, quien tomo mi mano y no la soltó en ningún momento del camino, te amo.

A mi familia en general que siempre estuvieron apoyándome, a George MacLachlan quien fue mi padre y consejero, de quien estoy orgulloso y feliz de contar con él, muchas gracias.

A mis compañeros, amigos y hermanos, Héctor Bayronli Barahona, Darwin Luque, Emerson Isaula, Cristian Cisneros, Lester Torres, Josué Vargas, Isaí Portillo, Luis Pineda, Marvin Lorenzana, Nayra Valle, Gabriela Herrera, siendo ellos con quienes trabajé, luche, aprendí y nos apoyamos en los momentos más difíciles.

A todo el personal del departamento de IT que siempre estuvieron apoyándome en las buenas y malas, sé que se me escapara muchas personas que estuvieron a mi lado, aunque sus nombres no estén en el papel, les agradezco de corazón por todo el apoyo a lo largo de estos años, sin ustedes nada de esto hubiese sido posible.

RESUMEN EJECUTIVO

La práctica Profesional se realizó en la empresa Olam Honduras S.A., teniendo como objetivo la aplicación práctica del conocimiento adquirido durante la carrera de Ingeniería en Mecatrónica.

Como punto de inicio se observaron los diferentes sistemas con los que la empresa cuenta, y su forma de trabajo, identificando los equipos y maquinarias de la empresa, realizando mantenimientos preventivos y correctivos, para lograr un adecuado funcionamiento del equipo de producción tales como *smartbag*, *smartflux*, trillas, densimétricas entre otras. Y es en el departamento de ingeniería específicamente en el área de mantenimiento donde se planean los proyectos de mejora y corrección para lograr una mejor productividad de la planta.

El departamento de mantenimiento es el encargado de realizar las mejoras, correcciones y desarrollo de proyectos en toda la planta, tanto a nivel mecánico como eléctrico. Siendo en esta área asignada para la realización de los proyectos que se presenten y así lograr aprender, brindar apoyo y poner en práctica conocimientos adquiridos durante los estudios universitarios.

Los proyectos detallados en este informe involucran tanto la parte mecánica como eléctrica, y calibración de sensores para el pesado del café en la planta de producción.

Palabras claves: *smartbag*, *smartflux*, trillas. sensores, calibración.

ÍNDICE DE CONTENIDO

| | |
|--|----|
| Capítulo I. Introducción | 1 |
| Capítulo II. Generalidades de la empresa | 2 |
| 2.1 Descripción de la empresa..... | 2 |
| 2.1.1 Misión | 2 |
| 2.1.2 Visión..... | 2 |
| 2.1.3 Valores..... | 3 |
| 2.2 Descripción del departamento..... | 3 |
| 2.3 Objetivos de puesto..... | 3 |
| 2.3.1 Objetivo General..... | 3 |
| 2.3.2 Objetivos Específicos..... | 4 |
| Capítulo III. Marco Teórico | 5 |
| 3.1 Análisis del proceso de trillado de café..... | 5 |
| 3.2 Mantenimiento Industrial..... | 5 |
| 3.2.1 Objetivos de todo tipo de mantenimiento..... | 5 |
| 3.2.2 Tipos de mantenimiento..... | 6 |
| 3.3 Variadores de frecuencia | 6 |
| 3.4 SMARTBAG..... | 7 |
| 3.5 Densimétricas..... | 8 |
| 3.6 Porto..... | 9 |
| 3.7 SMARTFLUX | 10 |
| 3.8 Extracción de polvo..... | 10 |

| | | |
|-------------------------------|-----------------------------------|----|
| 3.9 | Elevadores..... | 11 |
| 3.10 | Bandas transportadoras | 11 |
| 3.11 | Relé de sobrecarga térmico..... | 12 |
| 3.12 | Electroválvula..... | 13 |
| 3.13 | Potenciómetros | 13 |
| 3.14 | Eje excéntrico | 14 |
| 3.15 | Compresores neumáticos..... | 14 |
| 3.16 | Filtros de aire | 16 |
| 3.17 | Secadores..... | 16 |
| 3.18 | Generadores | 16 |
| 3.19 | Motores | 16 |
| 3.20 | Transformadores | 17 |
| 3.21 | Actuadores electroneumáticos..... | 17 |
| 3.22 | Mecanismos de engranajes | 18 |
| 3.23 | Transmisión por cadenas | 18 |
| 3.24 | Las poleas y las bandas | 19 |
| Capítulo IV. Desarrollo | | 21 |
| 4.1 | Descripción del desarrollo..... | 21 |
| 4.1.1 | Semana 1 | 21 |
| 4.1.2 | Semana 2 | 24 |
| 4.1.3 | Semana 3 | 26 |
| 4.1.4 | Semana 4 | 27 |
| 4.1.5 | Semana 5 | 28 |

| | | |
|------------------------------------|--------------------------------|----|
| 4.1.6 | Semana 6 | 29 |
| 4.1.7 | Semana 7 | 30 |
| 4.1.8 | Semana 8 | 31 |
| 4.2 | Cronograma de actividades..... | 32 |
| Capítulo V. Conclusiones..... | | 33 |
| Capítulo VI. Recomendaciones | | 34 |
| 6.1 | A la empresa..... | 34 |
| Capítulo VI. Bibliografía | | 35 |
| Capítulo VII. Anexos | | 38 |

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

| | |
|--|----|
| Ilustración 1 OLAM..... | 2 |
| Ilustración 2 <i>Smartbag</i> | 7 |
| Ilustración 3 Densimétrica..... | 8 |
| Ilustración 4 Porto..... | 9 |
| Ilustración 5 <i>Smartflux</i> | 10 |
| Ilustración 6 Elevador..... | 11 |
| Ilustración 7 Banda transportadora..... | 12 |
| Ilustración 8 Relé de sobrecarga térmica..... | 12 |
| Ilustración 9 Electroválvula..... | 13 |
| Ilustración 10 Depósitos de aire comprimido..... | 15 |
| Ilustración 11 Actuador Electroneumático..... | 17 |
| Ilustración 12 Diferentes Engranajes..... | 18 |
| Ilustración 13 Transmisión por cadena..... | 19 |
| Ilustración 14 Configuración Poleas y Bandas..... | 20 |
| Ilustración 15 Diagrama de flujo del área de trilla..... | 22 |
| Ilustración 16 diagrama Eléctrico y de control de trillas..... | 23 |
| Ilustración 17 aplicación de pesos de prueba <i>smarflux</i> | 24 |
| Ilustración 18 Ubicación Amperímetros digitales..... | 26 |
| Ilustración 19 Amperímetros Digitales..... | 27 |
| Ilustración 20 panel banda transportadora..... | 28 |
| Ilustración 21 Electroválvula..... | 29 |
| Ilustración 22 Eje Excéntrico dañado..... | 29 |

| | |
|---|----|
| Ilustración 23 Rotor de trilla dañado..... | 30 |
| Ilustración 24 Configuración de amperímetros digitales..... | 31 |
| Ilustración 25 Diagrama eléctrico trilla p2..... | 38 |
| Ilustración 26 Diagrama eléctrico trilla p3..... | 38 |
| Ilustración 27 Calibración <i>Smartflux</i> | 39 |
| Ilustración 28 Diagrama de control trilla..... | 39 |
| Ilustración 29 Mantenimiento correctivo compresores..... | 39 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1- Cronograma de actividades | 32 |
|--|----|

GLOSARIO

Densimétricas: maquinaria utilizada para clasificar el café por tamaño y peso.

Porto: maquinaria utilizada para clasificar el café por tamaño.

Smartbag: equipo utilizado para llenado y pesado de café.

Smartflux: equipo utilizado para el llenado y pesado de café a granel.

Trilla: maquinaria utilizada para procesar el café y remover la casulla.

Variador: Un convertidor de frecuencia es un aparato destinado a modificar la frecuencia.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

El presente informe cuenta con una descripción cronológica de las actividades a realizar durante el tiempo asignado al desarrollo del proceso de práctica profesional en la empresa Olam Honduras, el presente nos detallara sobre las actividades ejecutaran durante este periodo de tiempo, como pueden ser mantenimientos preventivos en cada uno de los sistemas y maquinarias con los que cuenta la empresa, así como el mantenimiento correctivo a los equipos en los que se presente la necesidad de ser realizado.

El objetivo principal es mostrar al lector los trabajos, proyectos e instalaciones de equipo de control y producción con los que se trabajara en Olam Honduras, la cual es una empresa que procesa y exporta café a nivel mundial, y a su vez utiliza la casulla resultante del café para venderla como biomasa a otras empresas nacionales.

También se incluirán los procesos a los cuales sea necesario realizar una mejora para su funcionamiento y su eficiencia a lo largo del tiempo de utilidad si es que la hay. De igual forma se mostrará la realización de proyectos asignados por el supervisor de planta.

El siguiente capítulo está relacionado a las generalidades de la empresa, seguidamente encontraremos el capítulo que nos brindara el concepto teórico que es necesario para comprender cada uno de los términos y procesos que son plasmados en este informe.

Por último y no menos importante encontramos el capítulo en el cual se mostrará el desarrollo de los trabajos a realizar, la aplicación práctica de los conocimientos y la adquisición de nuevas experiencias al trabajar con sistemas de tecnología de punta.

CAPÍTULO II. GENERALIDADES DE LA EMPRESA

2.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

Establecimos Olam Honduras en diciembre de 2006 y hoy estamos orgullosos de ser el tercer mayor exportador de café, ayudando a llevar un excelente café a los conocedores de todo el mundo.

Hemos crecido desde 1 base en San Pedro Sula hasta tener presencia en todas las principales áreas cafeteras del país, incluida una fábrica de procesamiento en la ciudad de Villanueva, Cortés.

A través de la Carta de Medios de Vida de Olam, estamos ayudando a los agricultores a ser más resistentes a problemas como las plagas, las enfermedades y el cambio climático, así como a mejorar los rendimientos y la calidad en general.



Ilustración 1 OLAM.

Fuente: (Olam, 2019)

2.1.1 MISIÓN

Nos aseguramos de conseguir un crecimiento redituable de manera ética, socialmente responsable y ambientalmente sustentable.

2.1.2 VISIÓN

Ser el más valioso y diferenciado negocio agrícola global hacia el 2040.

2.1.3 VALORES

- Emprendimiento
- Compromiso
- Esfuerzo y ambición
- Trabajo en equipo y respeto mutuo
- Integridad
- Asociaciones

2.2 DESCRIPCIÓN DEL DEPARTAMENTO

La práctica profesional se realizó en el departamento de ingeniería de la empresa Olam Honduras el cual está compuesto por un grupo de 5 ingenieros supervisores, precisamente asignado en el área de mantenimiento donde el encargado es un ingeniero en electrónica y 3 técnicos. Este departamento realiza mantenimientos preventivos de toda la planta en general, incluyendo las bodegas de almacenamiento ubicadas en Villanueva y Siguatepeque. Ocupándose del control del sistema de aire comprimido, calibración y ajustes de sensores para basculas y equipos de pesaje industrial de café, Smartbag, Smartflux, así como el mantenimiento de las seleccionadoras electrónicas de café *Sortex*, mantenimientos en el sistema de extracción de polvo y casulla. Mantenimiento del sistema de control del área de secado de café a través de hornos y mantenimientos mecánicos del equipo en general. Así como también son los encargados del montaje y calibración de los equipos instalados en la planta tales como: motores, control de paneles eléctricos, variadores y arrancadores suaves, vibradores, guardamotors, bandas eléctricas, trilladoras, Porto, montajes de paneles de control para el área de producción y secado de café, y todo equipo que es de suma importancia en cada uno de los procesos con los que cuenta la empresa.

2.3 OBJETIVOS DE PUESTO

2.3.1 OBJETIVO GENERAL

Supervisar mantenimientos correctivos, preventivos y realización de proyectos de mejora industrial en producción.

2.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1) Brindar apoyo en el desarrollo de nuevos proyectos de mejora industrial.
- 2) Estudio de factibilidad y montaje de un método de proyección de amperajes en cada trilla.
- 3) Brindar apoyo en mantenimientos preventivos y correctivos.
- 4) Dar seguimiento a trabajos asignados por el departamento de mantenimiento.
- 5) Realizar diagramas de flujo y eléctricos del área de trilla.

CAPÍTULO III. MARCO TEÓRICO

Es necesario un entendimiento claro sobre los temas relacionados a la práctica profesional, por lo tanto, se presentaron los conceptos teóricos de ellos en el presente capítulo.

3.1 ANÁLISIS DEL PROCESO DE TRILLADO DE CAFÉ.

El trillado es uno de los procesos industriales más importantes que se le aplican al café. Consiste en remover la cáscara del grano en pergamino o cereza seca hasta transformarlo a café oro, listo para tostarlo, molerlo y finalmente consumirlo. Esta operación es realizada por maquinas llamadas trilladoras o descascaradoras(Muñoz, 2012).

Es en esta etapa donde el rendimiento del café se debe medir pues aquí se pierde el peso de la cascarilla, para mejorar estos niveles de rendimiento es necesario tener bien calibrada la trilla, para evitar pérdidas ya sea porque el grano salió aplastado o quebrado(Muñoz, 2013)

3.2 MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

El mantenimiento se puede definir como el control constante de las instalaciones (en el caso de una planta) o de los componentes (en el caso de un producto), así como el conjunto de trabajos de reparación y revisión necesarios para garantizar el funcionamiento regular y el buen estado de conservación de un sistema en general(Muñoz, 2015).

3.2.1 OBJETIVOS DE TODO TIPO DE MANTENIMIENTO

Cuando realizaremos mantenimiento siempre debemos tener claros cuales serán nuestros objetivos y especificarlos, estos son los principales:

- Disminuir la gravedad de las fallas que no se lleguen a evitar.
- Evitar, reducir y reparar las fallas que se presentan en determinado equipo.
- Realizar detenciones o paros oportunos a las máquinas.
- Evitar accidentes que pueda resultar como efecto de un mantenimiento no adecuado.
- Evitar incidentes y aumentar la seguridad para las personas.

- Conservar los bienes productivos en condiciones seguras y preestablecidas de operación.
- Balancear el costo de mantenimiento con el correspondiente al lucro cesante.
- Alcanzar o prolongar la vida útil de los bienes.

Realizar el mantenimiento correcto a todos los equipos y maquinarias de trabajo, prolongara la vida útil de mismos, y les ayudara a obtener un rendimiento aceptable de los mismos durante más tiempo y a reducir el número de fallas (Chávez, 2012).

3.2.2 TIPOS DE MANTENIMIENTO

- **Mantenimiento Correctivo:** es la serie de actividades que se requiere efectuar en las propiedades o activos de una empresa cuando dejan de proporcionar el servicio para el cual fueron diseñados(González, 2017).
- **Mantenimiento Preventivo:** es la supervisión planificada, constante, regular, y proyectada, así como la distribución de labores previstas como ineludibles, que se realizan en todas las instalaciones, maquinas o equipos, con la finalidad de reducir los casos de emergencias y permitir un mayor tiempo de operación en forma continua(González, 2017).

Si nos basamos en este orden de ideas las máquinas pueden presentar dos estados o estatus con respecto a su función:

1. Si trabaja bien (estatus preventivo).
2. No trabaja bien (estatus correctivo).

Tiempo de vida útil: es el tiempo considerado desde la instalación del recurso hasta que se retira de la empresa por cualquier concepto y lo estipula el fabricante(Villanueva, 2015).

3.3 VARIADORES DE FRECUENCIA

Un convertidor de frecuencia es un aparato destinado a modificar la frecuencia y, por tanto, la velocidad, de un motor de inducción síncrono; es decir que genera una corriente con la frecuencia y la tención necesarias para accionar dicho motor de corriente alterna(Alvares, 2000).

El método de los variadores de velocidad actúa en la tensión de alimentación del motor. Estos variadores reducen y aumentan la tensión de manera progresiva mediante circuitos de corte de onda rectificadas(González, 2012).

Proporciona un control bastante preciso de la aceleración del motor y no produce pérdidas de potencia en el funcionamiento de este.

3.4 SMARTBAG

Este equipo inteligente es utilizado para el llenado de *big bags* de café, y pesaje, funciona a partir de un panel de control con uso automático y manual. Sobre la báscula se instala la bolsa y se asegura posteriormente se realiza un control de llenado por altura, utilizando sensores de distancia, celdas de carga para medir el peso del café, y se trabaja con aire comprimido que alimenta un grupo de válvulas neumáticas mueven un conjunto de pistones que permiten el paso del café y aseguran la bolsa. Y es necesario realizar constante mantenimiento a las básculas y de calibrado, para obtener mejores resultados(Pinhalense, 2019).



Ilustración 2 *Smartbag*.

Fuente: (Pinhalense, 2019).

Las principales características de este equipo son(Pinhalense, 2019):

- Control y variación de altura por *big-bag*
- Precisión en el pesaje
- Uso de un solo operador

- Totalmente automatizado.

3.5 DENSIMÉTRICAS

Este equipo funciona a través de vibraciones impulsadas con motores, y variadores de velocidad, en una plataforma inclinada donde los granos más robustos se mueven hacia abajo y los menos pesados y quebrados se quedan en la parte superior y posteriormente caen en contenedores distintos. Cuenta con un variador de velocidad, también cuenta con un sistema de extracción de polvo.



Ilustración 3 Densimétrica.

Fuente: (Pinhalense, 2019).

Las principales características de este equipo son(Pinhalense, 2019):

- Bajo consumo de energía
- Reducción de la contaminación acústica
- Control de la dirección del aire
- Ajustes simples y directos
- Reducción de la contaminación ambiental (opcional)
- Transferencia automática (opcional).

3.6 PORTO

Equipo utilizado para clasificar el café inmediatamente después de ser trillado, funcionando mediante vibraciones mecánicas impulsadas por motores, y separando el café con zarandas dependiendo de las diferentes medidas y tamaños del café. Contiene distintas zarandas una sobre otra, de esta forma el grano de café más grande se quedará en la parte superior y así sucesivamente hasta llegar a la última zaranda que se quedará con el grano más pequeño.



Ilustración 4 Porto.

Fuente: (Pinhalense, 2019).

Las principales características de este equipo son (Pinhalense, 2019):

- Pantallas fácilmente intercambiables con alta precisión y gran área
- Requiere poca energía
- Requiere poco espacio para la instalación
- Sistema automático de limpieza de pantallas con bolas de goma
- Capacidades variadas para permitir la misma eficiencia de clasificación en instalaciones pequeñas y grandes
- Facilidad de operación y mantenimiento
- Boquillas de producto clasificadas para ensacado manual (modelos de menor capacidad) o para conexión directa a otro equipo.

3.7 SMARTFLUX

Equipo utilizado específicamente para el pesado del café que será cargado a granel, lo que significa que este equipo pesa el café que se cargara directo a los camiones para ser desplazados a los embarques, este equipo cuenta con 3 celdas de carga, para pesar el café en tiempo real y posteriormente enviarlo a las bandas que transportan el café a su cargadora. Este equipo funciona automáticamente, se programan los parámetros de carga y se procede a trabajar. Las calibraciones y programaciones de parámetros se realizan en el panel de control, es necesario realizar mantenimiento frecuente a los sensores inductivos, ya que con el constante acercamiento se deforma tanto la placa metálica como el sensor(Pinhalense, 2019).



Ilustración 5 *Smartflux*.

Fuente: (Pinhalense, 2019).

3.8 EXTRACCIÓN DE POLVO

El sistema de extracción de polvo trabaja a partir de blowers, que trabajan para succionar el polvo y casullas dentro de la planta de producción, y que luego es almacenado en tolvas donde es extraído el polvo hacia unas válvulas de extracción, y la casulla es desplazada mediante una banda y un elevador hacia el transporte para ser vendida como biomasa.

3.9 ELEVADORES

Equipo utilizado para transportar el café, elevarlo e impulsar su caída por inercia ya sea a tolvas de almacenamiento u otros equipos para continuar su procesamiento. Son operados a través de un panel de control con botoneras y guardamotores, un motor, y bandas, y para las cuales es necesario mantenimiento pues en la parte mecánica puede haber muchas complicaciones como puede ser la ruptura de bandas por la sobre carga.

Es uno de los equipos más utilizados para transportar el café de un punto "A" a un punto "B" a mayor altura, donde posteriormente este cae por la inercia del movimiento (Pinhalense, 2019).



Ilustración 6 Elevador.

Fuente: (Pinhalense, 2019).

3.10 BANDAS TRANSPORTADORAS

Utilizadas para transportar materia prima o equipos pesados de un punto "A" a un punto "B", facilitando el trabajo a los operadores, y con la ventaja que puede estar estática, o puede desplazarse e incluso modificar su inclinación a través de un sistema hidráulico a base de pistones, y se utiliza variadores de velocidad para optimizar su trabajo, a su vez los motores están

conectados en delta para tener un mejor torque en el arranque, o en estrella cuando se requiere mayor velocidad en el arranque (Pinhalense, 2019).



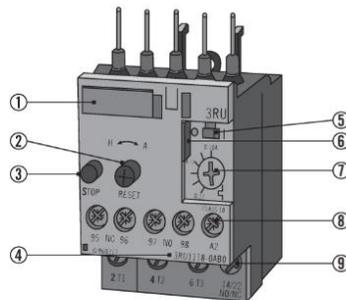
Ilustración 7 Banda transportadora.

Fuente: (Pinhalense, 2019).

3.11 RELÉ DE SOBRECARGA TÉRMICO

Este elemento se utiliza para la protección de motores y su método consiste en desconectar el circuito cuando el motor al que está conectado supera la intensidad permitida, evitando así que el embobinado se quemara (Jiménez, 2015).

La regulación de la intensidad se realiza a través de un tornillo que será igual a la intensidad nominal del motor en el arranque directo.



1. Plaquita de características. 2. Conmutador selector RESET manual/ automático. 3. Tecla STOP. 4. Nº de pedido completo en el frontal del aparato. 5. Indicación del estado de conexión y función de prueba TEST. 6. Cubierta transparente precintable (para proteger el tornillo de ajuste de la intensidad, la función TEST y el posicionamiento de RESET manual/automático). 7. Tornillo de ajuste de la intensidad. 8. Borne de repetición de bobina (con montaje a contactor). 9. Borne de repetición de contactos auxiliares (con montaje a contactor).

Ilustración 8 Relé de sobrecarga

Fuente: (Jiménez, 2015).

3.12 ELECTROVÁLVULA

Son dispositivos que se intercalan en las tuberías de los suministros de agua y gas, con la misión de cerrar o abrir el conducto de dichos fluidos, pertenecen al grupo de todo o nada. Las electroválvulas pueden ser también llamadas válvulas solenoide. Y se controlan variando la corriente que circula a través de un solenoide (conductor ubicado alrededor de un émbolo, en forma de bobina). Esta corriente, al circular por el solenoide, genera un campo magnético que atrae un émbolo móvil. Al finalizar el efecto del campo magnético, el émbolo vuelve a su posición por efecto de la gravedad o por resorte (Tobajas, 2012).

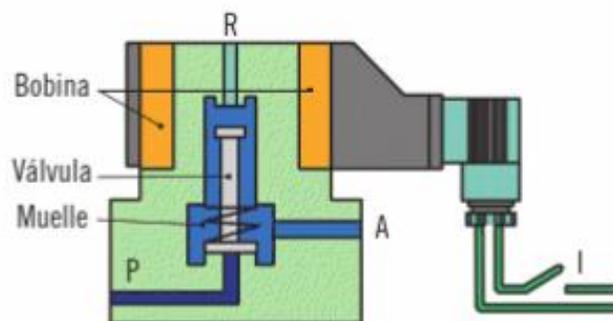


Ilustración 9 Electroválvula.

Fuente: (Guerrero, 2012).

3.13 POTENCIÓMETROS

Un potenciómetro es un transductor entre la posición de un objeto, ya sea lineal o angular, y un cambio de resistencia. Este tipo de elementos resistivos se utiliza normalmente con un voltaje en CD. Constan de tres terminales, una en cada extremo del material, y una tercera terminal que recorre el cuerpo del elemento resistivo, de tal manera que la resistencia entre la terminal móvil y 2 cada una de las terminales fijas varía cuando el elemento móvil cambia de posición; así, cuando una resistencia disminuye, la otra necesariamente aumenta (Corona *et al.*, 2014).

En el potenciómetro, si el elemento móvil se desplaza en sentido positivo, la magnitud de la resistencia entre el nodo 1 y el nodo 2 disminuye, al tiempo que la resistencia entre el nodo 2 y 3 aumenta. Por el contrario, si el elemento móvil se desplaza en sentido opuesto, la resistencia entre el nodo 1 y el nodo 2 aumenta; como consecuencia, la resistencia entre el nodo 2 y 3 disminuye.

3.14 EJE EXCÉNTRICO

Recibe el movimiento a través de un engranaje helicoidal que engrana con el sinfín del motor para variar el punto de apoyo superior de la palanca intermedia. Lleva en un extremo un disco magnético donde el sensor va a medir para darle la posición precisa a la centralita. la excentricidad existe cuando el centro de rotación se encuentra desplazado del centro geométrico de poleas, engranajes, cojinetes antifricción, rotores de motores, etc. Y sus características con:

La vibración más alta es a $1x$ rps del componente excéntrico y en la dirección de la línea imaginaria que une las líneas de centro de ambos rotores.

Las lecturas comparativas de fase entre los ejes horizontal y vertical son de 180 grados, indicando ambos movimientos en línea recta.

Cuando se intenta balancear rotores excéntricos, se logra reducir la vibración en una de las direcciones radiales, pero se incrementa en la otra dirección radial, según la cantidad de excentricidad(Medrano & González, 2017).

3.15 COMPRESORES NEUMÁTICOS

Un compresor neumático es una máquina cuya finalidad es elevar la presión de un cierto volumen de aire, que es introducido a presión atmosférica hasta llegar a una determinada presión de trabajo indispensable para satisfacer las necesidades del sistema de aire comprimido(Castillo, 2011).

Estos cuentan con depósitos que tienen por función el almacenamiento del aire procedente del compresor. Suelen tener forma cilíndrica con laterales en forma de sector esférico. La presencia de depósitos en el sistema tiene las siguientes ventajas(Castillo, 2011):

- Compensación de las oscilaciones de presión en la red, que suelen ser más relevantes cuando los compresores son de émbolo.
- Posibilitan el enfriamiento de aire que procede del compresor con lo que se consigue en muchos casos condensar parte del agua que contiene el aire.

- Se consigue tiempos de parada en el compresor, con lo que se posibilita el enfriamiento de este y se aumenta su vida útil total.
- Se consigue retener impurezas procedentes del compresor, por lo que puede ser considerado un primer filtro de línea que apoya al compresor en primera instancia.



Ilustración 10 Depósitos de aire comprimido.

Fuente: (Castillo, 2011).

Los principales elementos de los que debe estar dotado un depósito son los siguientes(Castillo, 2011):

- Válvula de seguridad
- Manómetro para medir la presión
- Presostato
- Grifo de purga de agua
- Válvula de bloqueo
- Compuerta de limpieza.

3.16 FILTROS DE AIRE

Son elementos que se emplean para eliminar las partículas sólidas del aire, que suelen ser de polvo o restos de óxido. Las partículas líquidas, como agua o aceite, normalmente no se consiguen eliminar con estos sistemas por lo que hay que recurrir a elementos como los secadores(Castillo, 2011).

3.17 SECADORES

Son elementos cuya misión dentro del sistema es la eliminación de la humedad presente en el aire, puesto que una vez el aire es introducido en el sistema debe llegar sin presencia de agua para evitar la corrosión de los elementos metálicos(Castillo, 2011).

3.18 GENERADORES

Son todos aquellos que transforma la energía mecánica en eléctrica. La acción se desarrolla por el movimiento de una bobina en un campo magnético, resultando una f.e.m. inducida que al aplicarla a un circuito externo produce una corriente que interacciona con el campo y desarrolla una fuerza mecánica que se opone al movimiento. En consecuencia, el generador necesita una energía mecánica de entrada para producir la energía eléctrica correspondiente(Fraile, 2008).

3.19 MOTORES

Son los que transforma la energía eléctrica en mecánica. La acción se desarrolla introduciendo una corriente en la máquina por medio de una fuente externa, que interacciona con el campo produciendo un movimiento de la máquina; aparece entonces una f.e.m. inducida que se opone a la corriente y que por ello se denomina fuerza contraelectromotriz. En consecuencia, el motor necesita una energía eléctrica de entrada para producir la energía mecánica correspondiente(Fraile, 2008).

3.20 TRANSFORMADORES

Son aquellos que transforman una energía eléctrica de entrada (de c.a.) con determinadas magnitudes de tensión y corriente en otra energía eléctrica de salida (de c.a.) con magnitudes diferentes, pueden ser reductores o amplificadores (Fraile, 2008).

3.21 ACTUADORES ELECTRONEUMÁTICOS

Son parecidos a los actuadores electrohidráulicos, pero con la diferencia de utilizar el aire a presión como fluido para proporcionar la acción de control. El aire es mucho más compresible que los distintos tipos de aceites empleados en los sistemas hidráulicos (Mora, 2018).

Un sistema de control basado en actuadores electroneumáticos tiene una estructura similar a los hidráulicos, compuesto por una bomba neumática, compresor, servoválvula y motor.

En los actuadores de tipo electroneumáticos no existe depósito, en este caso, la bomba toma el aire de la atmósfera y la válvula se descarga directamente a la atmósfera.

La capacidad de compresión del aire limita la máxima potencia que se puede obtener, pero como ventaja, proporciona un menor coste, ya que el fluido es mucho menor que para los sistemas hidráulicos (Mora, 2018).

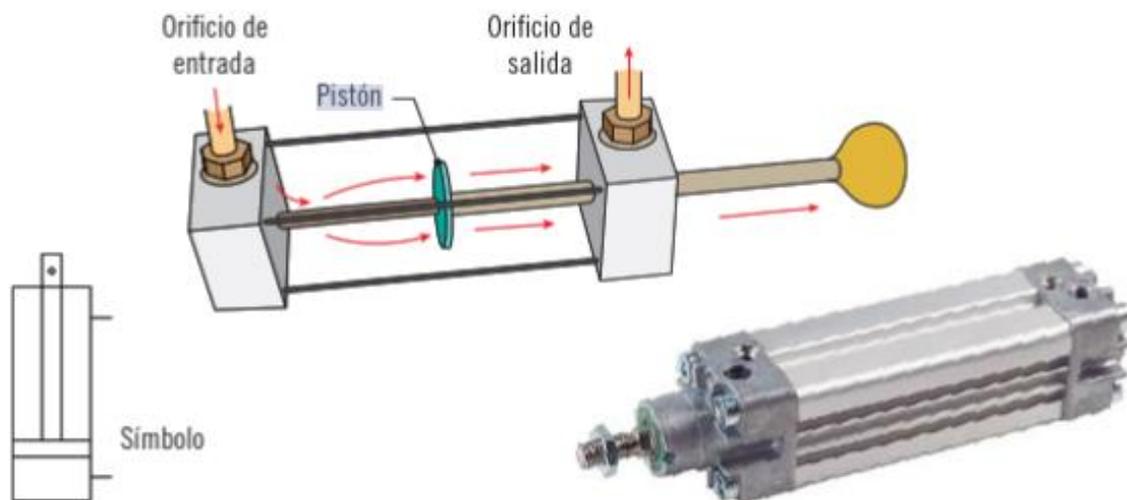


Ilustración 11 Actuador Electroneumático.

Fuente: (Mora, 2018).

3.22 MECANISMOS DE ENGRANAJES

Un engranaje es un mecanismo de transmisión de potencia de un eje primario a otro secundario. Ya no se emplea el rozamiento o la fricción, sino que se emplea el empuje. La transmisión por tanto es exacta, y no hay pérdidas de transmisión como sucede en el conjunto poleas-correa, y en las ruedas de fricción (del 1 al 5%)(Jiménez, 2012).

Un engranaje es el conjunto formado por dos ruedas dentadas que engranan entre sí. Si las ruedas son de distinto tamaño se llaman rueda o plato y piñón (normalmente el piñón es el elemento conductor y el plato el elemento conducido)(Jiménez, 2012).

los engranajes son empleados principalmente para transmitir el movimiento de rotación entre ejes, manteniendo constante la relación de velocidades angulares entre los ejes de entrada y de salida(Roda, 2016).

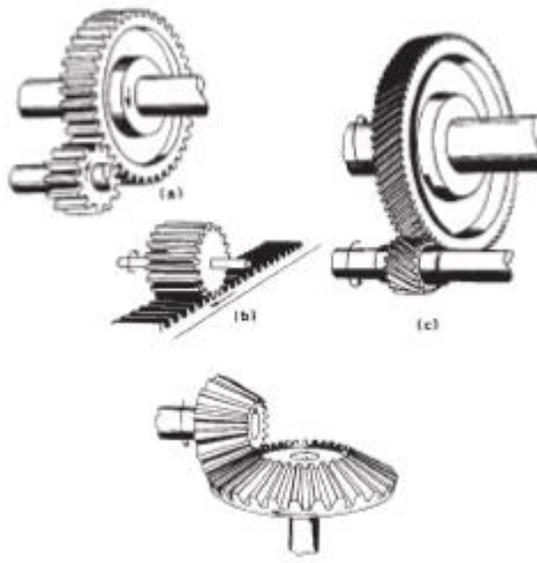


Ilustración 12 Diferentes Engranajes.

Fuente: (Roda, 2016).

3.23 TRANSMISIÓN POR CADENAS

Transforman el movimiento por medio de un conjunto de ruedas dentadas y cadena de eslabones. Se utilizan cuando se desea tener velocidad de giro con precisión y no se puede hacer mediante engranajes(Jiménez, 2012).

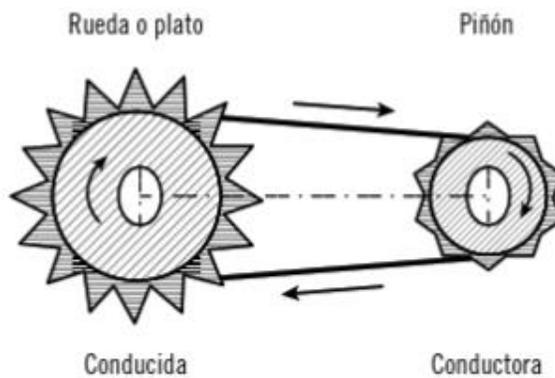


Ilustración 13 Transmisión por cadena.

Fuente: (Jiménez, 2012).

3.24 LAS POLEAS Y LAS BANDAS

En el caso de estos mecanismos se pueden tener dos configuraciones generales:

- de banda cerrada
- de banda no cerrada

Las poleas de banda cerrada se utilizan en la transmisión de torque y las poleas de banda abierta en la transmisión de fuerza. Por ejemplo, en el motor de combustión interna de un automóvil debe existir sincronía entre el árbol del cigüeñal y el de levas, ya que con esto es posible sincronizar la apertura y el cierre de las válvulas; esta sincronización entre estos árboles se realiza mediante un sistema de banda y poleas (Guerra, 2015).

Existen series de parámetros, tipos, nomenclatura y especificaciones para bandas y poleas que afectan principalmente a la resistencia y al tipo de material; esto significa que estos no afectan a la relación cinemática, por lo que quedan fuera del contexto de este capítulo. Así, aquí solo se consideran los parámetros que afectan la cinemática del material, como la colocación de la banda y el radio de contacto de la polea. Por lo general, las poleas de banda cerrada son de tipo recurrente, y pueden ser simples o compuestas, tanto de banda abierta o cruzada (Guerra, 2015).

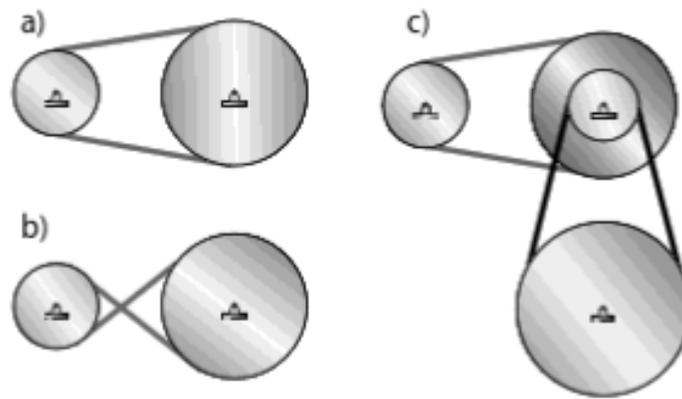


Ilustración 14 Configuración Poleas y Bandas.

Fuente: (Guerra, 2015).

Son muy utilizados en elevadores para realizar la transmisión del motor principal hacia el eje que mueve toda la estructura principal del motor.

CAPÍTULO IV. DESARROLLO

En este capítulo se detallan los trabajos realizados en la empresa Olam Honduras.

4.1 DESCRIPCIÓN DEL DESARROLLO

4.1.1 SEMANA 1

Durante la primera semana y a lo largo del periodo de practica se realizan mantenimientos generales en todos los departamentos de la empresa los cuales surgen en cualquier momento durante un día de trabajo, y son variados desde mecánicos hasta electrónicos y eléctricos, entre estos podemos encontrar la sustitución de contactores o los dados de un pulsador entre otros, este tipo de mantenimientos no se especifican debido a que son varios y se repiten a lo largo de las semanas.

4.1.1.1 ELABORACIÓN DE DIAGRAMA DE FLUJO DEL ÁREA DE TRILLA

Durante el periodo de trabajo se atendió a la solicitud del supervisor de planta y se realizó esta actividad, donde se debía observar y analizar todo el proceso de trilla del área de producción de la empresa y detallar a través de un diagrama de flujo el trabajo que se realiza específicamente en esta área de la empresa. Para esta actividad se utilizó el software Microsoft Visio, el cual es específicamente utilizado para trabajar diagramas de flujo. El análisis comenzó desde las tolvas que alimentan principalmente las pre-limpiadoras debido a que estos pasos previos son necesarios para llegar al proceso de trilla con el café en las condiciones más optimas posibles.

Así mismo el proceso se da por terminado en las porto, lo cual es un paso delante de las trilladoras, pero se incluye porque se considera importante dentro del proceso de maquinado del café, y es el último paso antes de comenzar la siguiente etapa de selección del café. Por ende, consideramos que sería importante incluirla dentro del proceso de trilla. Dentro del mismo diagrama se especifica una simbología para identificar el flujo del proceso que se seguirá y los elementos que se ejemplificaran en el mismo.

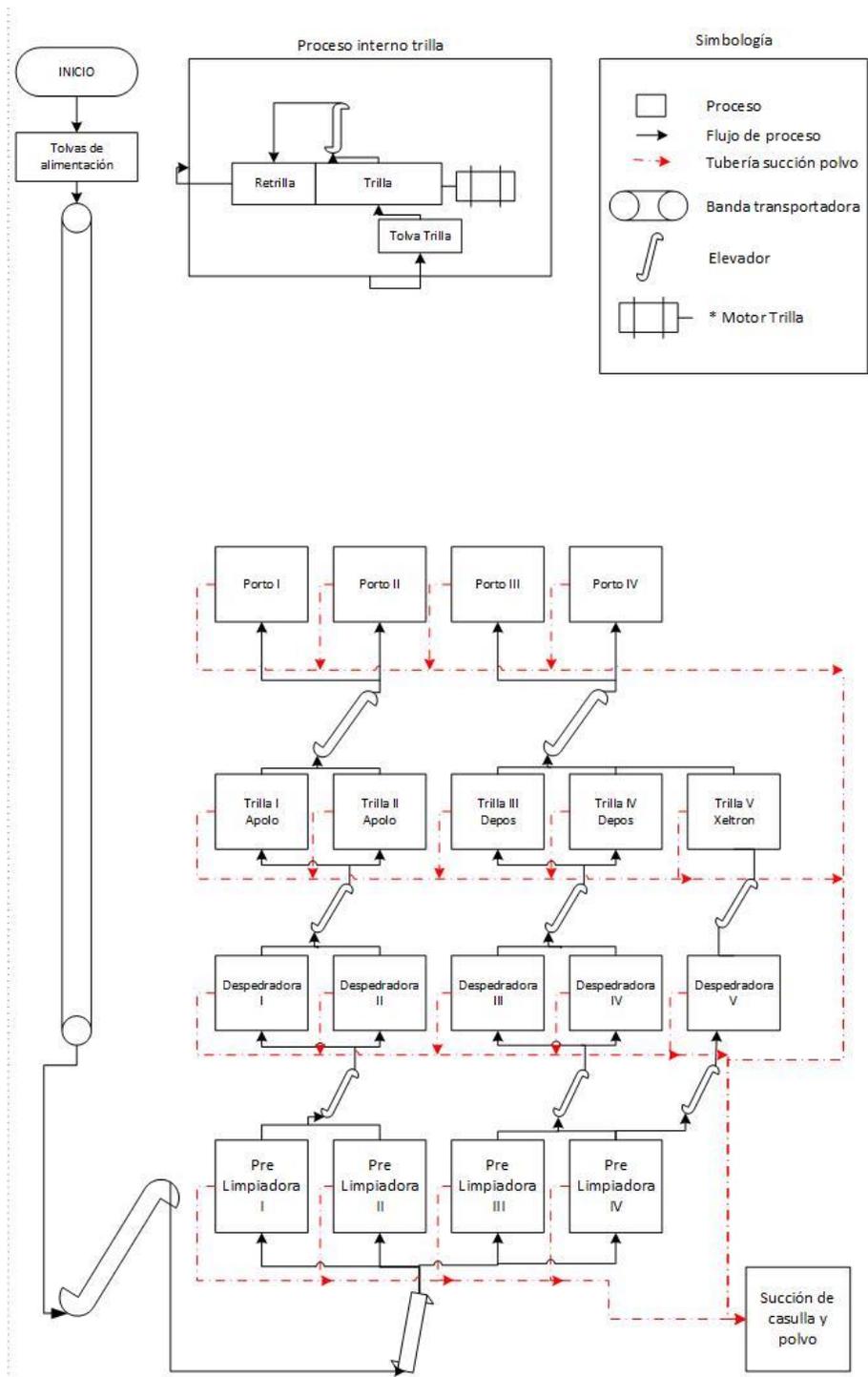


Ilustración 15 Diagrama de flujo del área de trilla.

Fuente: propia.

4.1.1.2 DIAGRAMA ELÉCTRICO PANEL DE TRILLA

Este trabajo se realizó por solicitud del supervisor de planta, y en este se recurrió a analizar la distribución de componentes del panel eléctrico de trillas, y se procedió a realizar el diagrama eléctrico.

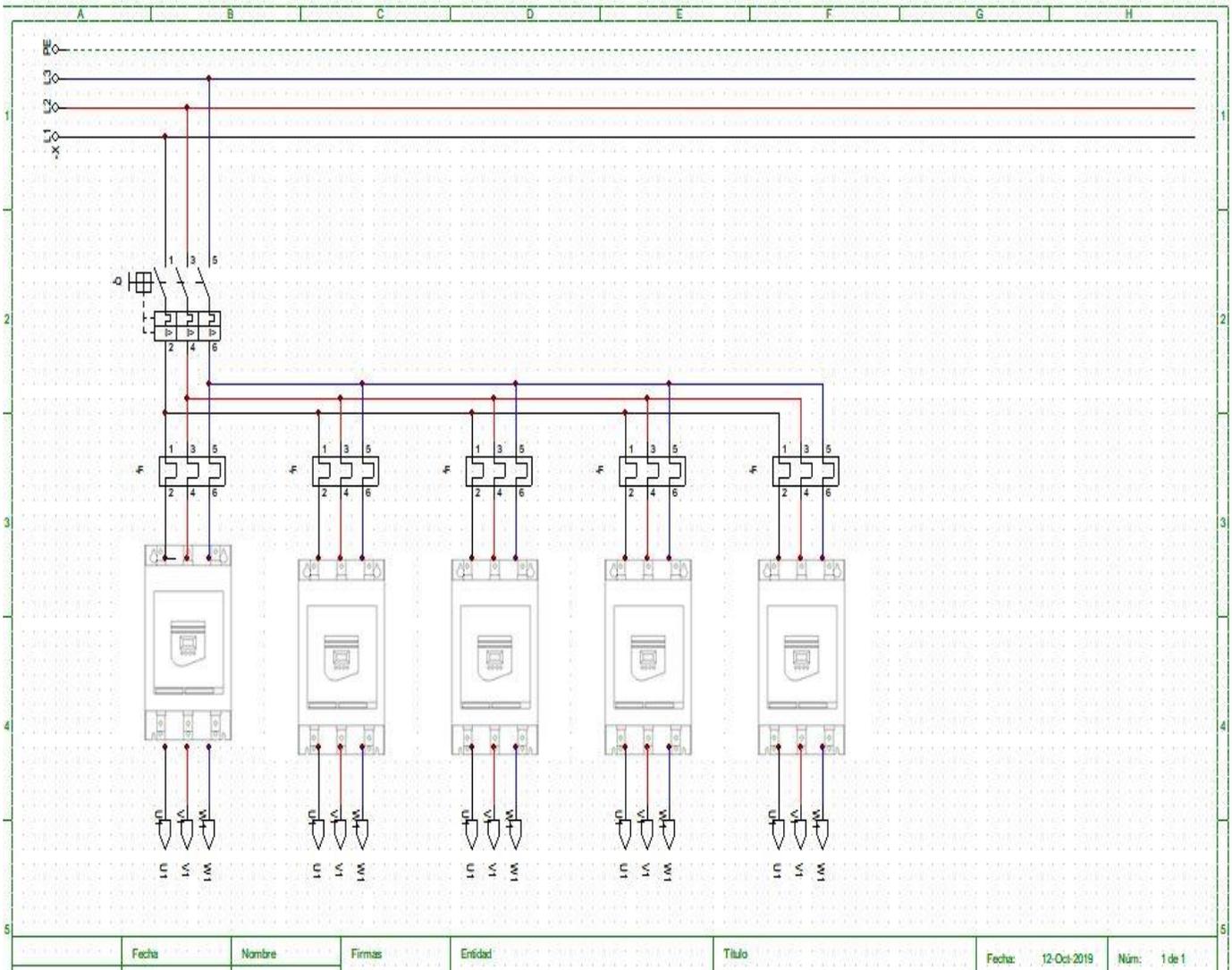


Ilustración 16 diagrama Eléctrico y de control de trillas.

Fuente: propia.

4.1.1.3 CALIBRACIÓN DE SMARTFLUX

A lo largo del periodo de practica se realiza el proceso de calibración de las celdas de carga de la *smartflux*, debido a que cada semana se realizan exportaciones donde se cargan varias rastras con cientos de quintales de café, y este proceso debe ser cuidadoso y preciso, es debido a esto que se programa la calibración de estos equipos de forma continua cada semana.



Ilustración 17 aplicación de pesos de prueba *smartflux*.

Fuente: Propia.

4.1.2 SEMANA 2

Durante esta semana se realizaron los mantenimientos generales cotidianos, así mismo se continuo con los diagramas eléctricos que se detallaron en la semana anterior, y la calibración de la *smartflux* semanal.

4.1.2.1 ANÁLISIS DE LA INSTALACIÓN DE AMPERÍMETROS DIGITALES EN EL ÁREA DE TRILLA

Al trillar el café hay diversidad de factores que influyen para obtener un producto final satisfactorio, mucho depende de la calidad del café que se va a procesar, por ejemplo, que tanta humedad trae consigo, pero estos factores están fuera del control de las trillas o del operador. Entre tanto hay otros factores en los que sí se puede influir para tener mejores resultados.

En el proceso de trilla existe un movimiento mecánico que influye en el amperaje consumido por los motores, al abrir o cerrar la escotilla de salida, de esta forma al mientras menor apertura tenga la escotilla de salida al trabajarla con carga la presión del café retenido aumentará el amperaje consumido por el motor, y al darle más apertura sucederá lo contrario.

Las aseveraciones que trae consigo esto son bastante amplio:

Con un amperaje demasiado alto llevara a su punto de quiebre el equipo de protección y provocara un paro de seguridad, esto provocara un retraso en producción mientras el equipo este detenido a esperas de reiniciarlo. Así mismo el operador está trabajando a ciegas sin saber que tanto amperaje está consumiendo la máquina, para saber cada cierto tiempo se dirige hacia el panel eléctrico y observa los arrancadores suaves.

Se realizo un análisis para determinar cuál sería la forma más viable de proyectar los amperajes que se están trabajando en cada trilla, esta necesidad surge debido al consumo directamente proporcional al movimiento mecánico realizado por el operador en las trillas antes mencionado, y como una medida de seguridad industrial pues en los panel eléctricos se manejan tensiones peligrosas para el operador de las trillas, de esta forma con una pantalla que proyecte las lecturas realizadas de amperaje consumido en tiempo real, el mismo trabajara más seguro, cómodo y mejoraría la productividad en su área de trabajo reduciendo los tiempos de desplazamiento entre una trilla y el panel eléctrico para ver las antes mencionadas lecturas a cada momento. entre las posibilidades en su momento se consideró en la instalación de un PLC con su respectivas HMI, así mismo en el uso del módulo externo que trae consigo cada arrancador suave *Altistar*, y también la instalación de amperímetros digitales con sus respectivas donas eléctricas, por factibilidad económica, y mayor resistencia a los factores adversos que tendría el ambiente duro de trabajo en el área de trilla se decidió presentar como una propuesta formal la última opción y se presentó la propuesta.

Tras ser aprobada la propuesta y recibir los materiales se procedió a la instalación de esta, para lo cual se necesitaron la siguiente lista de materiales:

- 7 donas Eléctricas VASTO 300/5.
- 7 amperímetros digitales (72*72 mm). 5A.

- 7 cajas eléctricas ()
- 1 break (6A)
- 85 m de tubería de acero de 1/2 "de diámetro
- 85 m de cable blanco #14
- 150 m de cable negro #14

La ubicación de estas fue seleccionada para la mayor utilidad del operador y se determinó las siguientes ubicaciones:

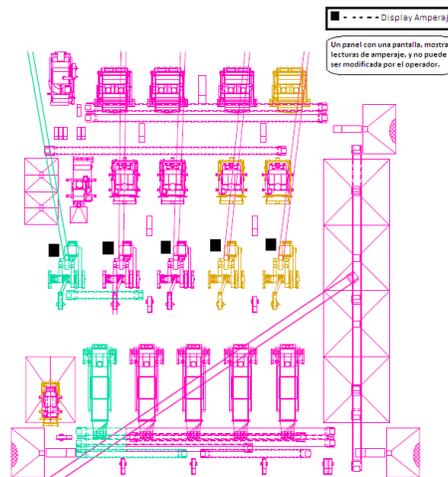


Ilustración 18 Ubicación Amperímetros digitales.

Fuente: propia.

4.1.3 SEMANA 3

Durante esta semana se realizaron varios tipos de mantenimientos entre ellos la calibración de las celdas de carga en la *smartflux* semanal, también el mantenimiento correctivo de los elevadores en los cuales varias balineras de los ejes se dañaron y fue necesario sustituirlas.

4.1.3.1 INSTALACIÓN DE LOS AMPERÍMETROS DIGITALES EN EL ÁREA DE TRILLA

a lo largo de las próximas 3 semanas se trabajó en la instalación de tubería para cableado eléctrico, también el cableado eléctrico, e instalaciones de los amperímetros, este trabajo tomo bastante tiempo porque solo se podía trabajar mientras las trillas no estén en producción por riesgos eléctricos.

Luego de la instalación de estas, procedimos a realizar las configuraciones necesarias en base a los datos necesarios para cada trilla, tales como corrientes máximas y mínimas posibles. este fue el resultado final:



Ilustración 19 Amperímetros Digitales.

Fuente: propia.

4.1.4 SEMANA 4

A lo largo de esta semana se trabajó en mantenimientos cotidianos, también se continuó trabajando con las instalaciones de los amperímetros digitales en el área de trilla, el cual tomo bastante tiempo debido a los paros por producción y el arduo trabajo de cableado para los mismos.

Entre otros trabajos realizados esta semana, se procedió con la calibración semanal de la *smarflux*, también en las *smartbag* se procedió a realizar la calibración necesaria y realizar mantenimiento correctivo a los pulsadores que impulsan los pistones neumáticos.

Otro de los mantenimientos realizados fue la verificación de los circuitos eléctricos de las bandas transportadoras pequeñas, que se encontraban con diversos daños, como contactores sin funcionar, y los pulsadores y luces piloto sin funcionar de forma correcta.



Ilustración 20 panel banda transportadora.

Fuente: Propia.

4.1.5 SEMANA 5

Durante la semana 5 se realizaron los mantenimientos comunes, además de la calibración semanal de las *smartflux*, también mantenimientos de las balineras de elevadores y cambio de bandas de los mismo, esta semana se terminó la instalación de los amperímetros digitales, y se realizó el cambio de una banda transportadora de las más grandes para exportación, este cambio involucro todo, incluso el sistema de transmisión.

4.1.5.1 MANTENIMIENTO DE COMPRESORES Y SECADORES DE AIRE.

Se presento el mantenimiento correctivo de uno de los compresores y uno de los secadores de aire, que tenía varios meses sin funcionar, y en los cuales se reparó la electroválvula que presentaba fallos y fugas, y luego de un análisis de todo el equipo se concluyó que el capacitor del motor estaba mal conectado, lo que provocaba que se disparase al encenderlo y se procedió a realizar la conexión de la forma adecuada y el mantenimiento de la placa eléctrica.



Ilustración 21 Electroválvula.

Fuente: propia.

4.1.6 SEMANA 6

Se realizaron los mantenimientos comunes, entre ellos se presentaron problemas en el área de secado de café, donde un motor trifásico una línea se estaba perdiendo y fue necesario analizar el circuito hasta encontrar la falla y repararla, también se realizaron mantenimientos mecánicos a elevadores, densimétricas y porto. Entre estos trabajos estuvieron cambios de balineras, y cambios de ejes o cadenas de transmisión. Entre los mantenimientos eléctricos estuvieron el cambio de botoneras y potenciómetros para el control de variadores.



Ilustración 22 Eje Excéntrico dañado.

Fuente: propia.

4.1.6.1 MANTENIMIENTO CORRECTIVO TRILLA

Durante esta semana se presentó daño mecánico en el eje del rotor en el motor principal de la trilla 1, por desgaste y quebrado, por lo que se realizó la sustitución de este, para lo que se desmontó el motor de 120 A, retiramos el eje principal de 3 pulgadas de diámetro y se procedió a enviar a un taller para su rectificación, cuando el mismo fue entregado posterior a su rectificación se procedió a realizar la adecuada instalación y prueba de funcionamiento, hasta determinar que el equipo funcionaba de la manera adecuada y en largos periodos de tiempo, para complementar el mantenimiento se sustituyeron las bandas y el engranaje principal del eje y se sustituyeron los prisioneros de cada balinera.



Ilustración 23 Rotor de trilla dañado.

Fuente: Propia.

4.1.7 SEMANA 7

Se realizaron los mantenimientos comunes, entre ellos se presentaron problemas en el área de secado de café, entre ellos la sustitución de un disyuntor, y contactor. Entre otros trabajos

mecánicos se sustituyó el sistema de liberación de agua de los secadores y compresores, y se realizó la configuración de los 8 amperímetros digitales en el área de trilla.



Ilustración 24 Configuración de amperímetros digitales.

Fuente: Propia.

4.1.8 SEMANA 8

Se realizaron los mantenimientos comunes, y se trabajó en el proyecto de modificación en algunos elevadores y bajantes en el área de producción, como una forma de mejora al proceso del trillado de café, pues en el reproceso no es necesario enviar el café a la tolva principal y pasar el café por el proceso completo, de esta forma se modificaron los bajantes para enviar el café de reproceso directo a las porto, de esta forma se reduce tiempo y consumo de energía eléctrica.

4.2 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

A continuación, se presentan las actividades desarrolladas durante la investigación.

Tabla 1- Cronograma de actividades

| Actividades | Semanas | | | | | | | | | |
|--|---------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Mantenimientos | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | |
| Elaboración de diagrama de flujo área de trilla | ■ | | | | | | | | | |
| Elaboración de diagrama eléctrico panel de trilla | ■ | ■ | | | | | | | | |
| Mantenimiento Correctivo a <i>Smarbag</i> | | | | ■ | | | | | | |
| Análisis de instalación de amperímetros digitales en trillas, cotización | | ■ | ■ | | | | | | | |
| Instalación de Amperímetros digitales | | | ■ | ■ | ■ | | | | | |
| Modificación en el sistema de liberación de agua de secadores y compresores. | | | | | | | ■ | | | |
| Configuración de los 8 amperímetros d. | | | | | | | ■ | | | |
| Mantenimiento correctivo panel eléctrico secado | | | ■ | | | ■ | | | | |
| Instalación de banda transportadora | | | | | ■ | | | | | |
| Mantenimiento Correctivo a compresores y secadores de aire | | | | | ■ | | | | | |
| Mantenimiento correctivo a Elevadores | | | ■ | | ■ | | | | | |
| Mantenimiento Correctivo a Variadores Densimétricas | | ■ | | | | ■ | | | | |
| Modificación en bajantes de producción | | | | | | ■ | | | | |
| Mantenimiento Correctivo Trilla 1 | | | | | | | | ■ | | |
| Calibración de <i>smartflux</i> | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | |

Fuente: Propia.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES

- Se identificaron puntos donde existe mayor incidencia de problemas mecánicos dentro de la empresa como ser el área de secado y los potenciómetros en los variadores de producción, logrando sustituir los equipos dañados y programando mantenimientos preventivos continuos para aumentar su vida útil.
- Se logro realizar la instalación de los amperímetros digitales como una mejora en la seguridad industrial, y facilitando el trabajo al operador que ya no se desplazara hasta los paneles eléctricos para ver las lecturas de corriente en tiempo real.
- Se propuso realizar mejoras de automatización para la empresa dentro del área de producción especificadas en la siguiente sección.
- Se realizaron las actividades asignadas por los supervisores de cada departamento para obtener un mejor desempeño dentro de la empresa.

CAPÍTULO VI. RECOMENDACIONES

6.1 A LA EMPRESA

- Para el área de producción se sugiere la utilización de sensores para conocer el estado de cada una de las tolvas (llena, vacía, media) de la empresa, ya que con esto se reducirían tiempos de trabajo, y se protegería al operador que en la actualidad necesita subirse a la altura de la tolva metálica para saber si esta está llena o vacía, entre las mejoras que traería consigo sería evitar los constantes atoramientos de elevadores que al llenarse las tolvas se llenan y rompen bandas, y se reduciría el riesgo industrial pues cuando el operador se sube a las tolvas de 10 metros de altura corre muchos riesgos.
- Se recomienda realizar una secuencia de apagado del equipo de producción, ya que en la actualidad se cuenta con un retardo en el apagado de equipos que el operador realiza de forma manual, pero le toma mucho tiempo para realizar el apagado debido a las distancias que recorre para ir apagando secuencialmente los equipos, esto podría ejecutarse mediante la utilización de varios sensores y un PLC, que detecte si las tolvas están llenas, y de no ser este el caso que comience una secuencia de apagado con timers.

CAPÍTULO VI. BIBLIOGRAFÍA

- Alvares, M. (2000). *Convertidores de frecuencia, controladores de motores y ssr*. MARCOMBO S.A.
- Castillo, R. (2011). *Montaje y reparación de sistemas neumáticos e hidráulicos, bienes de equipo y máquinas industriales (UF0459)*. IC Editorial.
<http://ebookcentral.proquest.com/lib/bvunitecvirtualsp/detail.action?docID=3212477>
- Chávez. (2012). *Diseño e implementación de un sistema de mantenimiento industrial*. Pág. 8.
- Corona, L., Abarca, G., & Carreño, J. (2014). *Sensores y actuadores: Aplicaciones con Arduino*. Grupo Editorial Patria. [https://search.proquest.com/docview/2148296718/\\$N?accountid=35325](https://search.proquest.com/docview/2148296718/$N?accountid=35325)
- Fraile, J. (2008). *Máquinas eléctricas (6a. Ed.) Jesús Fraile Mora*. McGraw-Hill España.
<http://ebookcentral.proquest.com/lib/bvunitecvirtualsp/detail.action?docID=3195345>
- González, J. (2012). *Montaje y mantenimiento de máquinas eléctricas rotativas: Montaje y mantenimiento de instalaciones eléctricas de baja tensión (UF0897)*. IC Editorial.
<http://ebookcentral.proquest.com/lib/bvunitecvirtualsp/detail.action?docID=3212837>
- González, V. (2017). *Mantenimiento: Técnicas y aplicaciones industriales*. Grupo Editorial Patria.
- González Ajuech, V. L. y González Ajuech, V. L. (2017). *Mantenimiento: técnicas y aplicaciones industriales*. México, D.F, México: Grupo Editorial Patria. Recuperado de <https://elibro.net/es/ereader/unitechn/40508?page=43>.
- Guerra, C. (2015). *Análisis y síntesis de mecanismos con aplicaciones*. Grupo Editorial Patria.
<http://ebookcentral.proquest.com/lib/bvunitecvirtualsp/detail.action?docID=4569651>

- Guerrero, R. (2012). *Montaje de instalaciones automatizadas: Montaje y mantenimiento de instalaciones eléctricas de baja tensión (UF0890)*. IC Editorial.
<http://ebookcentral.proquest.com/lib/bvunitecvirtualsp/detail.action?docID=3212618>
- Jiménez, B. (2012). *Montaje y reparación de los sistemas mecánicos: Montaje y puesta en marcha de bienes de equipo y maquinaria industrial (UF0456)*. IC Editorial.
<http://ebookcentral.proquest.com/lib/bvunitecvirtualsp/detail.action?docID=3212667>
- Jiménez, F. (2015). *Mantenimiento preventivo de sistemas de automatización industrial. ELEM0311*. IC Editorial.
<http://ebookcentral.proquest.com/lib/bvunitecvirtualsp/detail.action?docID=5635930>
- Medrano, J. Á., & González, V. L. (2017). *Mantenimiento: Técnicas y aplicaciones industriales*. Grupo Editorial Patria.
<http://ebookcentral.proquest.com/lib/bvunitecvirtualsp/detail.action?docID=5213557>
- Mora, J. (2018). *Montaje de los cuadros de control y dispositivos eléctricos y electrónicos de los sistemas domóticos e inmóticos. ELEM0111 (2a. Ed.)*. IC Editorial.
<http://ebookcentral.proquest.com/lib/bvunitecvirtualsp/detail.action?docID=5635935>
- Muñoz, B. (2015). *Mantenimiento Industrial*. Universidad Carlos III de Madrid Área de Ingeniería Mecánica.
- Muñoz, L. (2012). *Manual del cafetero colombiano: Vol. Vol. 1*. Cenicafé.
- Muñoz, L. (2013). *Manual del café: Vol. Vol. 2*. Cenicafé.
- Pinhalense. (2019). *PINHALENSE*. <https://www.pinhalense.com.br/>

Roda, A. (2016). *Máquinas y mecanismos*. Editorial de la Universidad Politécnica de Valencia.

<https://search.proquest.com/legacydocview/EBC/4795080?accountid=35325>.

Tobajas, C. (2012). *Instalaciones domóticas*. Cano Pina.

<http://ebookcentral.proquest.com/lib/bvunitecvirtualsp/detail.action?docID=3226879>

Villanueva, D. (2015). *La productividad en el mantenimiento industrial* (3 Ed). Grupo Editorial Patria.

<https://elibro.net/es/ereader/unitechn/39453?page=56>.

CAPÍTULO VII. ANEXOS

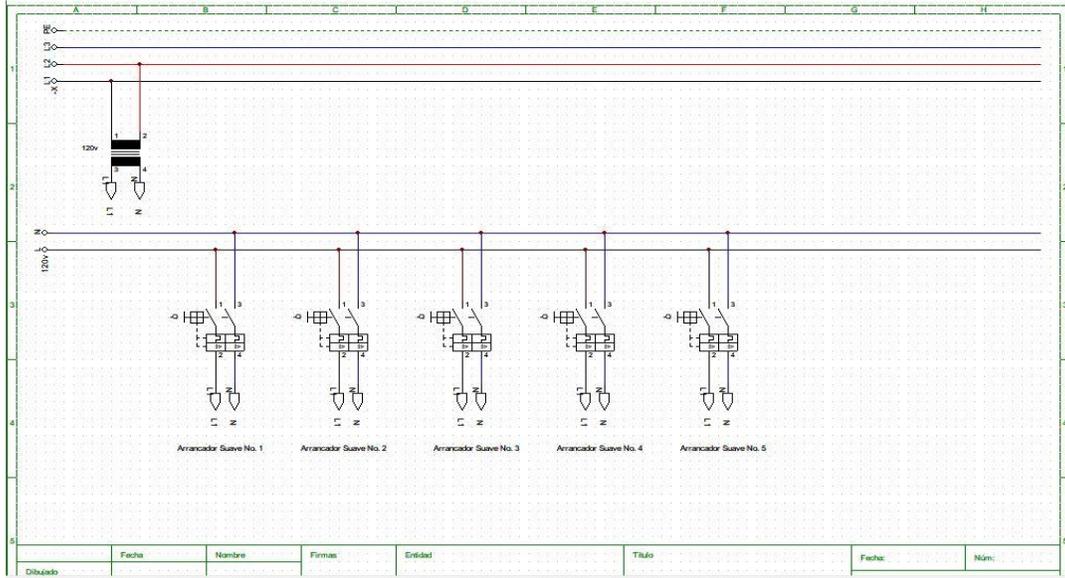


Ilustración 25 Diagrama eléctrico trilla p2.

Fuente: Propia.

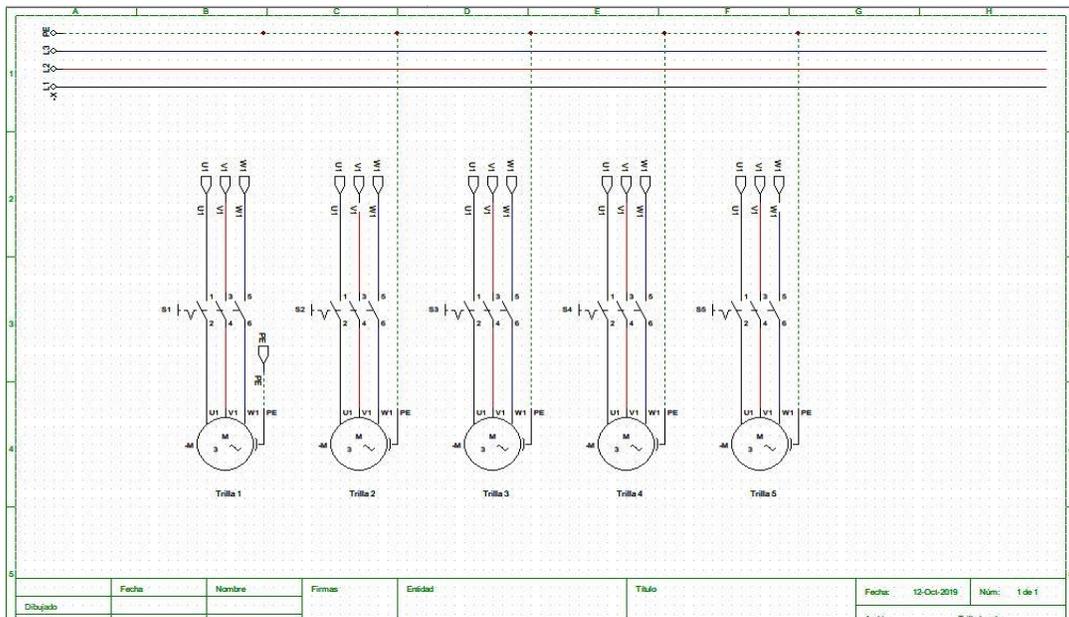


Ilustración 26 Diagrama eléctrico trilla p3.

Fuente: Propia.

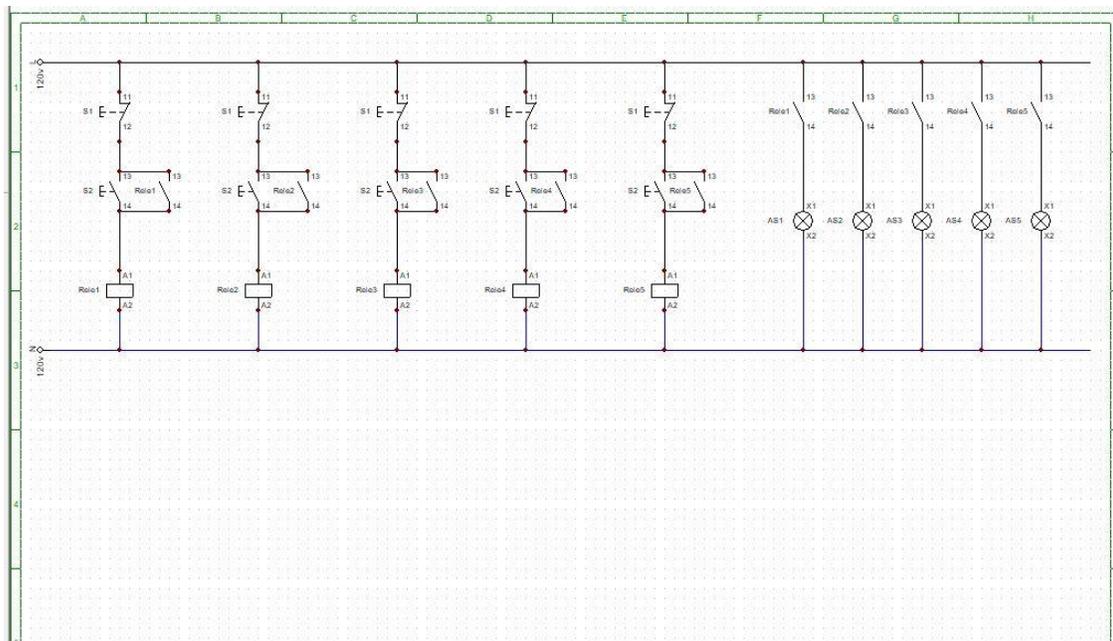


Ilustración 28 Diagrama de control trilla.

Fuente: Propia.



Ilustración 27 Calibración Smartflux.

Fuente: Propia.

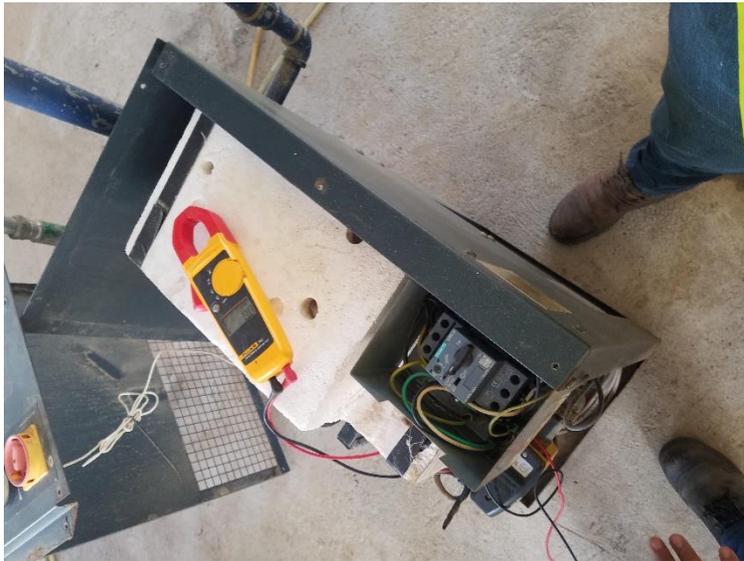


Ilustración 29 Mantenimiento correctivo compresores.

Fuente: Propia.