



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

PRACTICA PROFESIONAL

**SUPERVISION, DESARROLLO DE MANTENIMIENTOS Y CAMBIOS DE EQUIPOS OBSOLETOS,
MOLINO HARINERO SULA**

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TITULO

INGENIERO EN MECATRÓNICA

PRESENTADO POR:

21411124 ARIEL ODAIR RAMIREZ BAQUEDANO

ASESOR: ING. ORLANDO AGUILUZ

CAMPUS SAN PEDRO SULA;

JUNIO, 2019

INDICE DE CONTENIDOS

Tabla de contenido

I.	INTRODUCCIÓN.....	6
II.	GENERALIDADES DE LA EMPRESA.....	7
2.1	DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA.....	7
2.1.1	MISIÓN.....	7
5.1	VISIÓN.....	8
5.2	POLÍTICA DE INOCUIDAD.....	8
5.3	LOGO EMPRESARIAL.....	8
5.4	UBICACIÓN.....	8
5.5	OBJETIVOS.....	9
2.1.1	OBJETIVO GENERAL.....	9
5.6	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	9
III.	MARCO TEORICO.....	10
5.1	FABRICACIÓN DE HARINA.....	10
3.1.1	HARINA DE TRIGO.....	10
3.1.2	EQUIPOS PARA LA PREPARACION DE TRIGO.....	10
3.1.2.1	MEDIDORES PONDERALES.....	11
3.1.2.2	BASCULAS.....	14
3.1.2.3	BASCULAS PAGLIRIANI.....	15
3.1.2.4	CONTROLADORES GSE.....	17
5.2	CONTROL AUTOMATIZADO.....	19
3.2.1	PARTES DE UN PLC.....	20
3.2.2	FUENTE DE ALIMENTACIÓN.....	20

3.2.3	MÓDULO DE MEMORIA.....	20
3.2.4	MEMORIAS RAM.....	20
3.2.5	MEMORIA ROM.....	21
3.2.6	MÓDULOS	21
3.2.7	MÓDULOS DE SALIDA	21
3.2.8	MÓDULO DE ENTRADA.....	21
3.2.9	PUERTO DE COMUNICACIONES.....	21
3.2.10	CPU.....	21
5.3	SISTEMAS SCADA.....	22
3.3.1	COMUNICACIÓN EN MOLINO HARINERO SULA.....	24
3.3.1.1	PROFINET	25
3.3.1.2	PROFIBUS.....	25
5.4	MANTENIMIENTOS.....	26
3.4.1	PLAN DE MANTENIMIENTO	27
3.4.2	PLANES DE MANTENIMIENTO EN MHS	28
3.4.3	MANTENIMIENTO CORRECTIVO	28
3.4.4	PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....	29
IV.	DESARROLLO	30
4.1	DESCRIPCION DEL TRABAJO REALIZADO.....	30
4.2	MANTENIMIENTO A BASCULAS.....	30
4.3	MOTORES.....	31
4.4	MOTO-VIBRADORES.....	31
5.5	DESPEDRADORES.....	31
5.6	COLOR SORTER.....	31

5.7	CONTROLADORES GSE.....	32
5.8	BANCO DE MOLINEDA.....	32
V.	CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.....	33
5.1	SEMANA 1.....	33
5.2	SEMANA 2.....	33
5.3	SEMANA 3.....	34
5.4	SEMANA 4.....	34
5.5	SEMANA 5.....	35
5.6	SEMANA 6.....	35
5.7	SEMANA 7.....	36
5.8	SEMANA 8.....	36
5.9	SEMANA 9.....	36
5.10	SEMANA 10.....	36
VI.	CONCLUSIONES.....	37
VII.	RECOMENDACIONES.....	38
7.1	A LA EMPRESA.....	38
7.2	A LA UNIVERSIDAD.....	38
VIII.	BIBLIOGRAFIA.....	39
IX.	ANEXOS.....	41

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Logo Empresarial	8
Ilustración 2 Medidor Ponderal	11
Ilustración 3 Conexión electro-neumática	12
Ilustración 4. Molinos Ponderales Molino 5 y anexo	13
Ilustración 5 BASCULA ALAPALA DE 100kg	14
Ilustración 6 Bascula trigo limpio Molino 7	16
Ilustración 7. Bascula 100kg	17
Ilustración 8. Logo controlador GSE	17
Ilustración 9. Conexión de controlador GSE	18
Ilustración 10. GSE de todo el proceso de preparación.	18
Ilustración 11. Controlador PLC S7-1200	19
Ilustración 12. SCADA BANCO DE MOLIENDA DE MOLINO ANEXO	23
Ilustración 13. Scada Molino 5 y Anexo	23
Ilustración 14. Scada Molino 5 y Anexo	24
Ilustración 15. LOGO DE PROFINET	25
Ilustración 16. LOGO DE PROFIBUS	26
Ilustración 17 Bascula trigo limpio	41
Ilustración 18 Centro de conexión controlador GSE	42
Ilustración 19 Centro de controladores GSE	43
Ilustración 20. Ventiladores de filtros de transporte neumático	43
<i>Ilustración 21. Banco de molienda de doble nivel.</i>	44
Ilustración 22. Banco de molienda desarmado.	45

I. INTRODUCCIÓN

Molino Harinero Sula S. A. es una empresa dinámica nacida en Honduras, es una de las empresas pioneras en el proceso de fabricación de harina de trigo con materia prima de primera calidad. Este cuenta con una total de 72 años en el mercado y lo respaldan la gran cantidad de harinas que se fabrican. Entre ellas podemos mencionar lo que son El Águila, La Cumbre, El Gallo, La Rosa, Goose Down entre otras, así como marcas para las franquicias de Dunkin Donuts, Dominos Pizza, Pizza Hut y Little Caesars.

En el siguiente informe se describirá de manera explícita todo lo desarrollado en el día a día durante el transcurso de la práctica profesional. La Universidad Tecnológica Centroamericana (UNITEC), exige como requisito la realización de una práctica profesional para aplicar todo el conocimiento adquirido en el transcurso de la carrera de Ingeniería en Mecatrónica. La práctica profesional se realizó en el departamento de mantenimiento eléctrico, bajo la supervisión del ingeniero Ney Meza.

La finalidad es describir las actividades que se realizaron a lo largo de la práctica profesional, aplicando los conocimientos adquiridos durante los varios años de estudio y aplicando un enfoque novedoso y emprendedor.

Como profesional, demostrando todas mis capacidades para la solución de problemas, desarrollo de mantenimientos planificados enfocados a una directriz estructurada para así poder concluir toda tarea con éxito.

II. GENERALIDADES DE LA EMPRESA

2.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

Molino Harinero Sula S. A. surgió el 7 de noviembre de 1946, fundada por el empresario Boris Goldstein y siendo ubicada en el Barrio La Guardia de San Pedro Sula. Esta empresa contribuyó con el desarrollo económico del país. Desde su fundación produce las mejores marcas de harinas, entre ellas; son El Águila, La Cumbre, El Gallo, La Rosa, Goose Down entre otras, así como marcas para las franquicias de Dunkin Donuts, Dominos Pizza, Pizza Hut y Little Caesars. En el año de 1959 se añadió la marca de harina El Panadero, convirtiéndose en la marca insignia de la empresa. Molino Harinero Sula S. A. se estableció de forma sólida desde su fundación y ha logrado no solo mantenerse sino también crecer mediante la constante renovación sin perder de vista el enfoque en la calidad.

La experiencia en la fabricación de harinas, la permanente calidad en las pastas alimenticias y todos los productos y servicios que ofrece, así como contar con una planta moderna y en constante mejora dotada de tecnologías especializadas y un personal altamente calificado en cada área del proceso facilita el objetivo final de la empresa, lograr proveer a sus clientes con productos con los mejores estándares de calidad e inocuidad posibles. Como lo dijo en su momento el Sr. Boris Goldstein "La calidad no se cambia, a menos que se mejore".

2.2 MISIÓN

Somos una familia comprometida en entregar experiencias de valor en productos, servicios, procesos y resultados para los negocios de nuestros clientes, para contribuir al bienestar de las comunidades donde operamos.

2.3 VISIÓN

Ser una empresa reconocida por crear alianzas estratégicas de valor excepcional en los mercados donde decidamos competir con rentabilidad, contando con el mejor capital humano, liderando la innovación y soluciones de alto valor para nuestros clientes en la industria.

2.4 POLÍTICA DE INOCUIDAD

“Somos una empresa dedicada a la elaboración de harinas de trigo, ofreciendo a nuestros clientes, calidad e inocuidad en los productos que elaboramos y comercializamos, cumpliendo con las legislaciones y reglamentación establecidas de inocuidad alimentaria, implementando un sistema de gestión e inocuidad para la mejora continua de nuestros procesos, en todas las etapas de la cadena alimenticia, brindando confianza y soluciones de alto valor para nuestros clientes.”

2.5 LOGO EMPRESARIAL



Ilustración 1.

Logo

Empresarial

Fuente: Recuperado de internet (2018).

2.6 UBICACIÓN

Boulevard del Norte Km 2, Desvío a Expocentro.

2.7 OBJETIVOS

2.8 OBJETIVO GENERAL

Desarrollar todas las actividades diarias que se presenten en el plazo estipulado, llevando a cabo todos los mantenimientos planificados, correctivos y preventivos, en los cuales se generan cambios o migraciones de los equipos obsoletos para estar a la vanguardia de la tecnología.

2.9 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Migrar los controladores de las basculas a unos más modernos y remotos para el control de mando a distancia.
- Realizar con éxito los mantenimientos planificados para las áreas de preparación y molienda en Molino 3 y Molino 7.
- Elaborar un plan para desarrollar montaje eléctrico de filtros de Harina.
- Solucionar los problemas cotidianos en las líneas de producción.

III. MARCO TEORICO

3.1 FABRICACIÓN DE HARINA

3.1.1 HARINA DE TRIGO

Todo proceso de producción empieza y termina con un orden determinado. A medida que el proceso productivo avanza, lo que fue materia prima se aproxima más a ser un producto acabado.

Podemos definir la harina como un polvo, producto de la molienda de cereales y granos secos. Esta es uno de los ingredientes principales para la elaboración de múltiples panes, pastas y galletas, por lo cual su nivel de producción es importante para la fabricación y consumo de productos en la panificación.

“La harina de trigo se diferencia de otras variedades de harina por tener una cantidad de proteína relativamente alta. Esta particularidad le da ciertas características al momento de la panificación como lo son la elasticidad, resistencia y estabilidad diferentes a las de la harina de maíz, por ejemplo. Esto se debe a que al momento de hidratarse las proteínas producen gluten. Las dos proteínas de mayor jerarquía al momento de la panificación son la gliadina y la glutenina, que mezcladas junto con el agua producen el gluten. El gluten dota al pan de fuerza y estabilidad a la estructura del pan y a su vez hace que este sea fácil de combinar con otras sustancias debido a su consistencia suave y pegajosa.” (Cardona & Ospina, 2014).

3.1.2 EQUIPOS PARA LA PREPARACION DE TRIGO.

La preparación de trigo cuenta con una gran cantidad de equipos y maquinaria especializada, incluso más que la misma molienda. A continuación, se describen por orden de procesos los principales equipos requeridos para esta etapa.

3.1.2.1 MEDIDORES PONDERALES

El primer equipo necesario para la preparación de trigo es el medidor ponderal, este se usa para medir y controlar con precisión el peso del trigo que fluye a través de él. Esto se logra mediante una celda de carga que está constantemente censando el flujo que recorre una placa y envía esta información a un controlador. Al recibir una respuesta del controlador, una serie de 4 electroválvulas regulan la apertura una compuerta neumática con el objetivo de reducir, mantener o aumentar el flujo de producto.



Ilustración 2 Medidor Ponderal

Fuente (Captura propia).

Al ser esta maquinaria el primer paso para la preparación de la harina en el cual se trabajó en la instalación eléctrica y neumática estos a la vez se comunican mediante red a una PLC 1500 en directo al panel central.

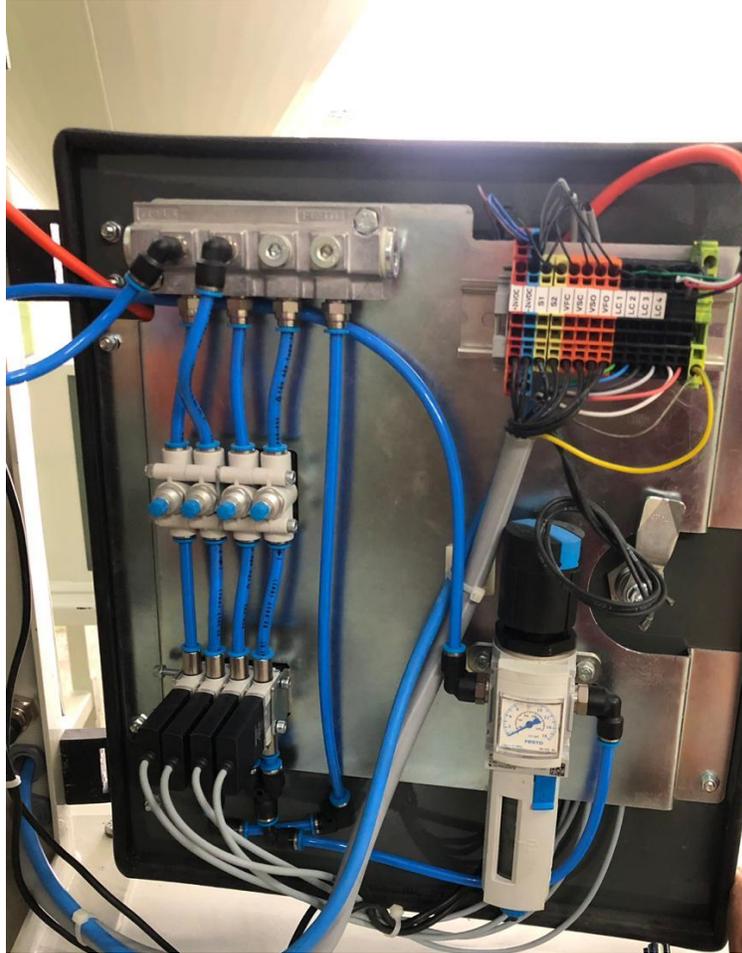


Ilustración 3 Conexión electro-neumática

Fuente (Captura Propia).

En los medidores ponderales se encuentran unas celdas de cargas las cuales son las que pesan y regulan el flujo de trigo sucio para empezar la preparación del trigo para luego ser procesado y llevado a ser harina.



Ilustración 4. Molinos Ponderales Molino 5 y anexo

Fuente (Captura Propia).

En total se encontrarán una cantidad de 18 medidores ponderales en lo que es molino 5 y anexo área donde se realizó esta instalación.

3.1.2.2 BASCULAS

La primera etapa de limpieza comienza en el momento en que los elevadores descargan el trigo en las básculas para el pesaje de este. Estas, mediante un proceso de bacheo, están continuamente depositando el producto ya pesado en los separadores dobles.



Ilustración 5 BASCULA ALAPALA DE 100kg

Fuente (Catalogo Alapala).

Actualmente las básculas funcionan con métodos y sistemas electrónicos, mostrando en una pantalla de fácil lectura la masa del objeto que se pesa. Las básculas electrónicas utilizan sensores conocidos como célula de carga o celda de carga. Las celdas de carga convencionales consisten en una pieza de metal a la que se adhieren galgas extenso-métricas.

Estas galgas cambian su resistencia eléctrica al fraccionarse o comprimirse cuando se deforma la pieza metálica que soporta el peso del objeto. Por tanto, miden peso. El metal se calcula para que trabaje en su zona elástica; esto es lo que define la operatividad de una celda. El ajuste de las resistencias se hace con un puente de Wheatstone, de modo que al alimentarse con un voltaje entregan una salida de voltaje proporcional a la fuerza aplicada en el metal (en el orden de milivoltios). Asimismo se utilizan filtros electrónicos de pasa bajo para disminuir el efecto de las perturbaciones de alta frecuencia.

Cuando la celda se somete a esfuerzos por encima de su capacidad, el metal del cuerpo de la celda pasa a una zona inelástica, adquiriendo deformaciones plásticas o permanentes y ya no regresa a su estado inicial. Antes de llegar a la zona plástica, se sale de la zona de elasticidad lineal, dando lugar a que las deformaciones no sean proporcionales a la fuerza que soporta la célula de carga y, en consecuencia, la salida de voltaje no varíe de manera lineal a la deformación de la pieza metálica y la célula de carga no funcione correctamente. Para evitar esto, los fabricantes colocan tornillos ajustables para limitar el movimiento de la plataforma de la báscula de manera que la celda no se flexione más allá de su rango de funcionamiento.

3.1.2.3 BASCULAS PAGLIRIANI

Paglierani es líder mundial en la producción de básculas pesadoras, sistemas de pesaje, ensacadoras y envasadoras de harina.

Estamos capacitados para responder a toda exigencia de envasado y ensacado de harina: desde el saco pequeño de 500 g hasta el big bag, pasando por los formatos más comunes: 1, 2, 5, 10, 25 y 50 kg, etc.

Gracias a su versatilidad, estas máquinas logran pesar, ensacar y envasar las harinas tradicionales de trigo, maíz, arroz, trigo sarraceno, avena y legumbres, así como las semillas de algarroba, yam, etc.

Tenemos una estrecha relación societaria con Ocrim SpA, líder en el sector de los procesos productivos a nivel mundial.

Nuestro liderazgo conjunto permite la entrega llave en mano de su eficientísima instalación nueva.



Ilustración 6 Bascula trigo limpio Molino 7

Fuente (Captura Propia).



Ilustración 7. Bascula 100kg

Estas basculas se actualizaron los controladores de ser PAGLIERANI a ser GSE con los cuales nos permiten un mando a distancia.

3.1.2.4 CONTROLADORES GSE

Estos controladores nos permiten realizar una comunicación remota a balanzas ubicadas en cualquier posición de la planta y nos permite poder realizar las calibraciones correctas ya que a las basculas se le instalan sensores y posicionadores para poder realizar calibraciones correctas al sistema.



*A member of the
Avery Weigh-Tronix Group*

Ilustración 8. Logo controlador GSE

Fuente (Servicio web del desarrollador <https://www.averyweigh-tronix.com/>)



Ilustración 9. Conexión de controlador GSE

Fuente (Captura Propia).



Ilustración 10. GSE de todo el proceso de preparación.

Fuente (Captura Propia).

3.2 CONTROL AUTOMATIZADO.

PLC o Controlador Lógico Programable son dispositivos electrónicos muy usados en Automatización Industrial. Un PLC controla la lógica de funcionamiento de máquinas, plantas y procesos industriales, procesan y reciben señales digitales y analógicas y pueden aplicar estrategias de control. *Programmable Logic Controller* o Controlador lógico programable.

En caso de este proyecto como empresa tiene cierto favoritismo para utilizar el únicamente el equipo de SIEMENS el cual se utilizará para realizar este proyecto y el modelo que se utilizara es la S7 1200 por ser la más actual en el mercado.

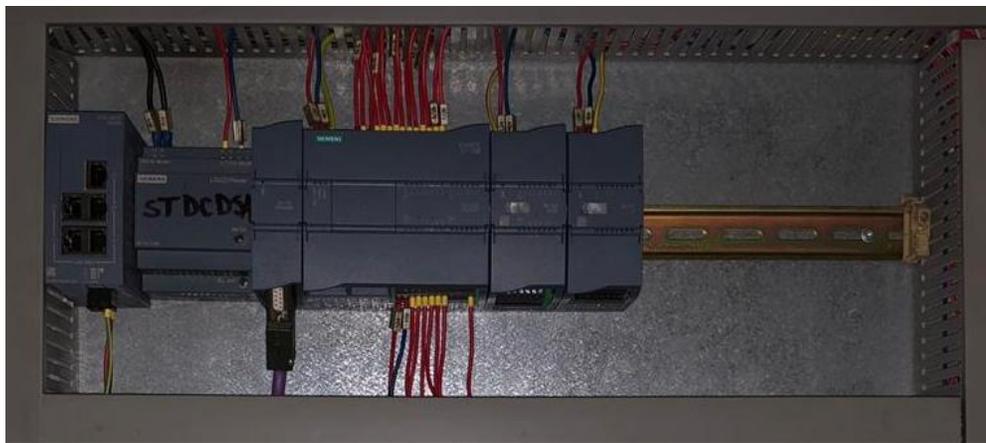


Ilustración 11. Controlador PLC S7-1200

Fuente (Captura Propia).

Como toda innovación, esta idea del PLC nació a partir de una necesidad. Darle una solución al control de circuitos complejos de automatización. Presentando un sistema eficaz y eficiente que pudiera reducir el enorme costo que significaba el reemplazo de un sistema de control basado en relés. El problema de los relés era que cuando los requerimientos de producción cambiaban también lo hacía el sistema de control.

“El primer PLC fue llamado Modular Digital Controller (MODCON 084), creado por Bedford Associates a finales del año 1960” (Segovia & Theorin, 2012). Este debía ser fácilmente programable, con larga vida útil y resistente a ambientes difíciles. Fue por esta razón que los relees

se reemplazaron por elementos de estado sólido y como punto más importante, cuando un sistema debía ser cambiado, lo único que debía modificarse era el sistema y no el hardware.

Actualmente, los PLC's nos ofrecen múltiples ventajas, dentro de las cuales sobresalen las siguientes:

- Su instalación es bastante sencilla, además de ocupar poco espacio y la posibilidad de manejar múltiples equipos de manera simultánea gracias a la automatización.
- Hay un mejor monitoreo de los procesos, lo que hace que la detección de fallos se realice rápidamente.
- Se ahorran costos adicionales como los de operación, mantenimiento e incluso energía.

3.2.1 PARTES DE UN PLC

Las partes que se encuentran en todo PLC son las siguientes:

3.2.2 FUENTE DE ALIMENTACIÓN

La función de la fuente de alimentación en un controlador, es suministrar la energía eléctrica a la CPU y demás tarjetas según la configuración del PLC.

En los circuitos interiores de una fuente de alimentación se transforma la tensión alterna de la red a tensión continua, en niveles que garanticen el funcionamiento del hardware del PLC.

3.2.3 MÓDULO DE MEMORIA

Usualmente se le llama memoria. Se encarga del componente del PLC encargado de guardar el programa en una memoria, la cual puede ser volátil, denominándose como memoria RAM, o no volátil, donde toma el nombre memoria ROM.

3.2.4 MEMORIAS RAM

Es una memoria de acceso aleatorio de lectoescritura. A través de este se pueden ejecutar diversos procesos de lectoescritura usando procedimientos eléctricos.

Estas por ser volátiles pueden perder fácilmente su contenido al momento de cortarse la energía eléctrica, por ello necesitan de un sistema que le respalde como es una batería eléctrica.

3.2.5 MEMORIA ROM

Se trata de una memoria de solo lectura, donde su contenido puede ser leído fácilmente pero nunca se puede escribir en él. La información que contienen al igual que sus datos son grabados por el fabricante, lo cual nunca podrá ser alterado.

Esta memoria mantiene su contenido intacto aun cuando se genera una falta de energía eléctrica, ya que es del tipo no volátil. Estos no requieren de batería para respaldar la información cuando no haya energía eléctrica.

3.2.6 MÓDULOS

Es una de las partes que más caracteriza a los PLC, ya que es a través de sistema de entrada y salida que se llega a diferenciar de un computador, los cuales se presentan como módulos especiales para hacer posible la conexión física entre la unidad de procesamiento y el mundo exterior.

3.2.7 MÓDULOS DE SALIDA

A través de esta parte del PLC las señales eléctricas son enviadas a los equipos de la instalación que llegan a ser controlados.

3.2.8 MÓDULO DE ENTRADA

Estos se encargan de acaparar toda señal eléctrica procedente de los equipos de instalación, lo cual llega a controlar el proceso.

3.2.9 PUERTO DE COMUNICACIONES

Se trata del medio de comunicación que usa el PLC con la interfaz, con los periféricos, las unidades de programación, con otros PLC, etc.

3.2.10 CPU

Se trata de la Unidad Central de Proceso, lo cual se encarga de mantener bien controlada la secuencia en la cual el programa se ejecuta, también se encarga de coordinar la comunicación entre los distintos elementos que componen el PLC, y a la vez ejecuta todas las operaciones

lógicas y a la vez aritméticas. La unidad central está diseñada en base a microprocesadores y memorias.

3.3 SISTEMAS SCADA

Existen muchos y muy variados sistemas de control y todos, si se aplican bien, ofrecen soluciones óptimas en entornos industriales. Lo que hace de los sistemas SCADA una herramienta diferenciada es la característica de control supervisado. De hecho, la parte de control está definida y supeditada por el proceso que se desea controlar y, en última instancia, por el hardware e instrumental de control (PLC, controladores lógicos, armarios de control) o los algoritmos lógicos de control aplicados sobre la planta, que pueden existir previamente a la implantación del SCADA, que se instalará sobre y en función de estos sistemas de control. En consecuencia, el operador supervisa el control de la planta y no solo monitorea las variables que en un momento determinado están actuando sobre la planta; esto significa que puede actuar y modificar las variables de control en tiempo real, algo que pocos sistemas permiten con la facilidad intuitiva que ofrecen los sistemas SCADA. Se puede definir la palabra supervisar como ejercer la inspección superior en determinados casos, ver con atención o cuidado y someter una cosa a un nuevo examen para corregirla o repararla permitiendo una acción sobre la cosa supervisada. La labor del supervisor representa una tarea delicada y esencial desde el punto de vista normativo y operativo. De esta acción depende en gran medida el poder garantizar la calidad y eficiencia del proceso que se desarrolla. En el supervisor descansa la responsabilidad de orientar o corregir las acciones que se desarrollan. Por lo tanto, la toma de decisiones sobre las acciones de control está en manos del supervisor, que en el caso de SCADA es el operario.

Según Gómez et al. (2008), las características principales de un SCADA son las siguientes

- Adquisición y almacenado de datos para recoger, procesar y almacenar la información recibida en forma continua y confiable.
- Representación gráfica y animada de variables de proceso y su monitorización por medio de alarmas.

- Ejecutar acciones de control para modificar la evolución del proceso, actuando ya sea sobre los reguladores autónomos básicos (consignas, alarmas, menús, etc.) o directamente sobre el proceso mediante las salidas conectadas.
- Arquitectura abierta y flexible con capacidad de ampliación y adaptación.

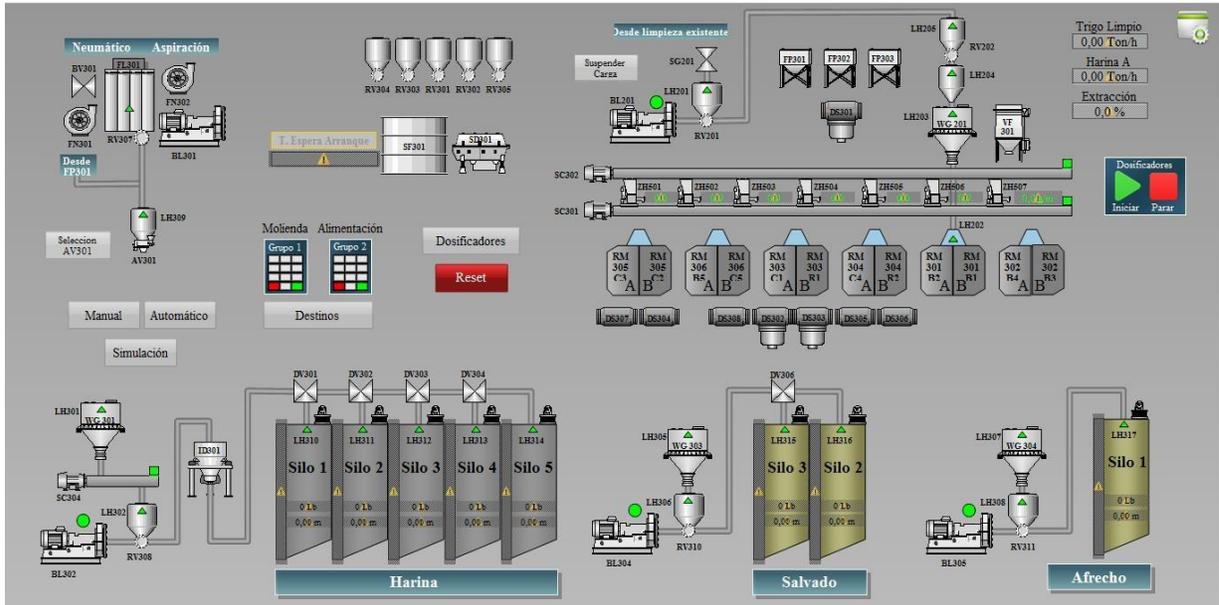


Ilustración 12. SCADA BANCO DE MOLIENDA DE MOLINO ANEXO

Fuente (Captura Scada de Molino Harinero Sula).



Ilustración 13. Scada Molino 5 y Anexo

Fuente (Captura Propia).

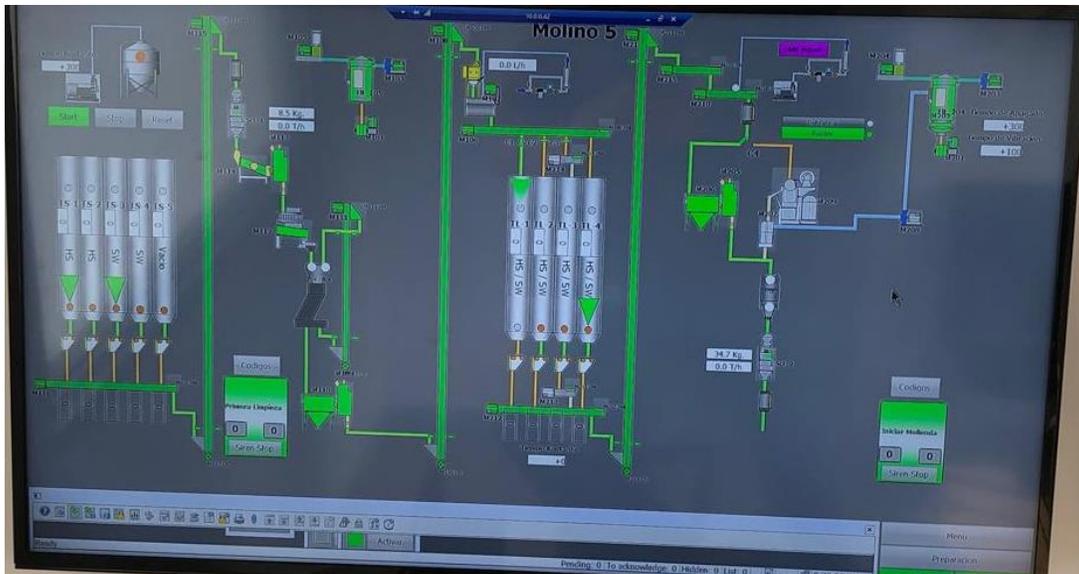


Ilustración 14. Scada Molino 5 y Anexo.

Fuente (Captura Propia).

3.3.1 COMUNICACIÓN EN MOLINO HARINERO SULA

“Profibus y Profinet son dos protocolos de comunicación diferentes para uso en automatización industrial ampliamente implementados y desarrollados por la misma organización, PI (Profibus & Profinet International)” (PNO. 2006). Profibus es un bus de campo en serie clásico basado en RS 485, y Profinet es un estándar de Ethernet industrial. Comparten similitudes debido a su origen común, pero Profinet tiene capacidades adicionales que le permiten ofrecer una comunicación más rápida y más flexible.

3.3.1.1 PROFINET

“En el contexto de la Totally Integrated Automation (TIA), PROFINET es la evolución lógica del bus de campo Profibus DP y de la Industria Ethernet. La experiencia de ambos sistemas ha sido y está siendo integrada en PROFINET” (Jiménez, Yuste, & Martínez, 2012).

Este estándar de comunicaciones brinda muchas ventajas como ser flexibilidad, gracias al empleo de Ethernet y de los acreditados estándares IT. Ahorro de energía y puesta en marcha gracias a la modularización. Incluso, es más rápida que los actuales buses especiales.

Para comunicaciones con periféricas descentralizadas tenemos el PROFINET IO. El cual se basa en 15 años de experiencia con Profibus DP y combina las propiedades de uso habituales en Profibus con la incorporación de innovadores conceptos de tecnología

Ethernet. Con ello se garantiza la migración sin problemas de Profibus DP al entorno PROFINET. Además, se aplica una tecnología de conmutación que permite a cualquier estación acceder a la red en todo momento. Así, la red permite un uso mucho más efectivo gracias a la transmisión de datos simultánea de varias estaciones. El modo dúplex del sistema Switched Ethernet permite transmitir y recibir simultáneamente. Y transmite datos a 100Mbps/s.



Ilustración 15. LOGO DE PROFINET.

Fuente: (Página Oficial de Profinet y Profibus)

3.3.1.2 PROFIBUS

“Profibus es protocolo que proporciona una solución de uso general para tareas de comunicación maestro/esclavo y perfiles de protocolo de las industrias de automatización de procesos, seguridad y control de movimiento” (Soria, 2018).

La especificación de Profibus-DP (Periferia Descentralizada) ha sido diseñada para el intercambio de datos de alta velocidad a nivel de campo (controladores programables).

En este nivel la comunicación se realiza principalmente con elementos de entrada/ salida, válvulas, etc. Aquí el intercambio de datos es básicamente tipo cíclico. Su velocidad de transmisión es de 9.6kbit/s a 12Mbit/s.



Ilustración 16. LOGO DE PROFIBUS.

Fuente: (Página Oficial de Profinet y Profibus)

3.4 MANTENIMIENTOS.

Se define el mantenimiento como todas las acciones que tienen como objetivo preservar un artículo o restaurarlo a un estado en el cual pueda llevar a cabo alguna función requerida. Estas acciones incluyen la combinación de las acciones técnicas y administrativas correspondientes. En las ramas de la Ingeniería algunas especializaciones son: Ingeniería en mantenimiento industrial e Ingeniería en mantenimiento mecánico.

El mantenimiento preventivo de las instalaciones frigoríficas es aquel que se ejecuta de acuerdo con un programa de tiempo establecido, calculando previamente la duración teórica de los elementos y componentes de la instalación para reemplazarlos antes de que sobrepasen esta duración (Romero Gómez, 2012).

A lo largo de su ciclo de vida, cada sistema pasa por distintas fases o etapas. Durante la última etapa, llamada fase de operación, que es la única auténticamente productiva, la maquina se

somete a fallas que dificultan o inclusive, pueden llegar a interrumpir temporal o indefinidamente el funcionamiento del sistema.

Como en cualquier planta industrial es necesario un programa de mantenimiento efectivo para poder garantizar el correcto funcionamiento de las instalaciones. Esto no solo tiene una gran repercusión en los costos económicos, sino que también el estado de las instalaciones o elementos puede afectar la integridad de las personas que trabajan en dichas compañías.

Mora Gutiérrez (2009) manifiesta que el departamento de mantenimiento desarrollado como una unidad estratégica de negocios, generadora de ingresos, se ha constituido en la meta de las empresas durante las últimas décadas en varios países del mundo.

3.4.1 PLAN DE MANTENIMIENTO

- El plan de mantenimiento engloba tres tipos de actividades:
- Las actividades rutinarias que se realizan a diario, y que normalmente las lleva a cabo el equipo de operación.
- Las actividades programadas que se realizan a lo largo del año.
- Las actividades que se realizan durante las paradas programadas.

Las tareas de mantenimiento son, como ya se ha dicho, la base de un plan de mantenimiento. Las diferentes formas de realizar un plan de mantenimiento que se describen en los capítulos siguientes no son más que formas de determinar las tareas de mantenimiento que compondrán el plan.

Al determinar cada tarea debe determinarse además cinco informaciones referentes a ella: frecuencia, especialidad, duración, necesidad de permiso de trabajo especial y necesidad de parar la máquina para efectuarla.

Una de las principales tareas del mantenimiento técnico y reparaciones es la conservación de tal estado técnico de la maquinaria agrícola que le permita cumplir las funciones asignadas según las exigencias establecidas para determinadas labores en las condiciones dadas durante un período de tiempo dado. Es más importante prestar atención en mantener lo que la maquinaria hace, más que en lo que la misma es. Si un modo de falla tiene consecuencias severas para la

seguridad del personal y la producción, entonces es imprescindible tomar todas las medidas para prevenirla, si tiene poco o ningún efecto, hay que valorar si es necesario o no realizar alguna acción preventiva. Es decir, las características técnicas de las fallas no son tan importantes como las consecuencias de estas (Moubray, 2005).

3.4.2 PLANES DE MANTENIMIENTO EN MHS

En MHS se llevan 3 tipos de mantenimientos con los cuales se practica en todo el equipo que se encuentra en todo el plantel y todo el personal de mantenimiento tanto eléctrico, mecánico y electrónico llevan a cabo una serie de revisiones a todos los equipos en un tiempo definido y los tipos de mantenimientos son preventivo, correctivo y predictivo en raras ocasiones

3.4.3 MANTENIMIENTO CORRECTIVO

El mantenimiento correctivo es el conjunto de tareas que se llevan a cabo para corregir un fallo, una vez que éste se ha producido o al menos se ha iniciado el proceso que finalizará con la ocurrencia del fallo.

Consiste pues en 'arreglar' lo que se rompe, en pocas palabras. Muchas organizaciones consideran este tipo de mantenimiento como la base indiscutible en la que asentar toda la estrategia de mantenimiento de la instalación, lo que en pocas ocasiones da un buen resultado. A pesar de ello, es indiscutible que la estrategia de trabajar exclusivamente cuando algo falla es la más extendida en las organizaciones de mantenimiento. [Pincha aquí para conocer más sobre la estrategia correctiva.](#)

Siempre que se habla de mantenimiento correctivo es conveniente tener presente una serie de aspectos:

Como se gestionan las reparaciones en la organización, por lo que de una forma u otra es necesario establecer la secuencia de eventos que ocurren desde que alguien detecta un problema hasta el éste queda totalmente resuelto. Esta gestión puede implicar disponer de un sistema de órdenes de trabajo, la gestión de dichas órdenes, el diagnóstico de los fallos, la adquisición de herramientas y materiales, la propia realización de la reparación, las pruebas para comprobar que todo ha quedado correcto y el cierre de la intervención.

El sistema correctivo era el más utilizado prácticamente hasta mediados del siglo XX (Navarrete, 2000; Torres, 2005).

Como se priorizan las intervenciones. En general no se dispone de un técnico en espera de que llegue la próxima orden de trabajo o el próximo aviso. Por ello, hay que establecer un sistema de prioridades que determine en qué orden cada uno de los técnicos debe ir resolviendo los trabajos de reparación pendientes.

La investigación posterior de las averías. Algunas averías merecen ser investigadas, es decir, conocer la causa raíz que las provocó. En tanto en cuanto no se resuelva esa causa, la avería puede suceder de nuevo una y otra vez.

En la actualidad la mayor parte de lo que ha sido escrito sobre estrategias de mantenimiento, independientemente de la esfera de producción, se hace referencia a tres sistemas (estrategias) principales (Moubray, 2005; Torres, 2005; Zineb Simeu-Abazi, 2006)

3.4.4 PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Concibe la realización de intervenciones con carácter profiláctico según una programación con el objetivo de disminuir la cantidad de fallos aleatorios. No obstante, éstos no se eliminan totalmente. Con el accionar preventivo se introducen nuevos costos, pero se reducen éstos en las reparaciones, las cuales disminuyen en cantidad y complejidad.

En dependencia de la aplicación de uno y otro sistema. Por ejemplo, durante el Mantenimiento Correctivo, la desviación permisible del parámetro del estado técnico es igual a la desviación límite, durante el Mantenimiento Preventivo es igual a cero y cuando se aplica el Mantenimiento Predictivo, la desviación tiene un valor intermedio entre cero y límite. (Shkiliova, 2010).

Son intervenciones típicas de este sistema la limpieza, los ajustes, los reaprietes, las regulaciones, la lubricación, los cambios de elementos utilizando el concepto de recurso asignado justificado convenientemente y hasta las propias reparaciones de cualquier tipo, siempre que sean planificadas previamente (Torres, 2005).

IV. DESARROLLO

4.1 DESCRIPCION DEL TRABAJO REALIZADO

Durante el lapso de esta práctica se han desarrollado diversas actividades siendo estas coordinadas mediante planes de mantenimientos pre-establecidos siendo estos mantenimientos preventivos en mayor parte también realizando algunos cambios correctivos a diversos equipos. Llevamos a cabo la actualización de controladores obsoletos, también haciendo el cambio completo de equipos cruciales para la preparación del trigo tanto como para la molienda de este mismo haciendo cambios de total y parcial de las basculas de trigo limpio, sucio, harinas A, Harinas B, Afrecho, Salvado.

Durante los mantenimientos previamente establecidos se realizaron cambios preventivos a los bancos de molienda, líneas de transmisión y fuerza tanto como a los motores de las líneas de transmisión, moto-vibradores, tararas, pulidoras y la configuración en asociación con la empresa japonesa SATAKE se instaló una maquina selectora y limpiadora de trigo haciendo la selección del maíz, soya, piedra pequeña e inclusive trigo de un color diferente al establecido dicha maquinaria se llama Color Sorter.

Respondiendo de igual manera a llamados de mantenimientos correctivos inmediatos dando respuesta a estos en un lapso de quince minutos.

4.2 MANTENIMIENTO A BASCULAS.

La primera etapa de limpieza comienza en el momento en que los elevadores descargan el trigo en las básculas para el pesaje de este. Estas, mediante un proceso de bacheo, están continuamente depositando el producto ya pesado en los separadores dobles. Donde las basculas entran en función es en pesar el flujo continuo del trigo empezando desde el proceso de trigo sucio donde se el flujo es establecido por el operario en este caso ronda entre 9 a 12 toneladas por hora pero las basculas hacen medidas de cincuenta kilogramos por paso y ellas se estabilizan mediante las celdas de cargas que tienen dentro del sistema mando la señal o el peso a los controladores GSE los cuales muestran en pantalla el peso que tomaron y todo el dato acumulado en ellas durante todo su tiempo de vida útil.

4.3 MOTORES

El mantenimiento a las líneas de fuerza y transmisiones consta de generar un mantenimiento preventivo a los motores que rondan desde 32 kiloWatts hasta 150 kiloWatts los cuales generalmente solo se les brindaba la limpieza del rotor y estator junto con el cambio de los rodamientos incluidos en el. Estos motores son los que potencian a todas las roscas encontradas por toda la planta también son los encargados de generar la molienda en los bancos de dicho proceso estos mueven una serie de transmisiones ya que todos los bancos están en serie donde un motor de 150 kilowatt potencia a los bancos B1, B2 y C1 donde estos son donde el trigo entra de manera entera y es donde se genera mayor fuerza para la molienda.

4.4 MOTO-VIBRADORES

Estos equipos podemos encontrarlos en todas las áreas desde el proceso de transporte neumático, silos, tararas, pulidores y cernidores donde estos son los encargados de generar una cierta fuerza en forma de vibración donde nos permite soltar la harina o separa el trigo en cualquier etapa en que se encuentre en este motor se genera mantenimientos preventivos ya establecidos donde solo se les da limpieza desde el estator y rotor hasta los eje descentrados donde se genera la vibración, también se generan los cambios a todos los rodamientos de este mismo.

4.5 DESPEDRADORES

La despedradora es la maquina encargada de separar las piedras o terrazos del flujo de trigo, con los objetivos tanto de conservar la calidad del producto final, así como también evitar daños a los equipos siguientes. En estos equipos se genera el mantenimiento preventivo donde solo se socan todos los tornillos ya que la vibración es generada por los moto-vibradores los cuales se les dan un mantenimiento más a profundo.

4.6 COLOR SORTER

Después de separar la materia extraña del producto, se procede a clasificar por color la median te la implementación de sensores ópticos, con los que se separa el producto para asegurar la calidad de la harina final. En esta máquina se generó la configuración inicial con la ayuda de la empresa desarrolladora donde se pudo entablar todos los parámetros de la misma.

4.7 CONTROLADORES GSE

Estos controladores están en todas las basculas que están dentro de todo el plantel en el proceso de actualización se pasó del controlador de PIAGLIERANI a GSE con el apoyo de la empresa costarricense APHLA TECH las cual con apoyo de los ingenieros se pudo calibrar y vincular todas las basculas a los SCADA de control general permitiéndonos esto tener un mejor control de todo el trigo y harina extraída en todo el proceso la cual también permite introducir los parámetro de manera remota para el control de la báscula en sí.

4.8 BANCO DE MOLINEDA

Se generaban mantenimientos preventivos y correctivos en estos equipos encargados de moler el trigo y producir la harina en estos se cambiaban o se pulen los cilindros de molienda también se genera el cambio de las bandas de transmisión donde generalmente se cambian aproximadamente cada 4 meses por el desgaste excesivo en estos también se engrasan todas las piezas movibles como engranajes y todas las partes en general con una grasa mineral.

V. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

5.1 SEMANA 1

Durante esta primera semana se tenía programado el mantenimiento a molino 3 y molino 7 empezando por las líneas de transmisión y motores de los bancos de molienda de molino 7 los cuales se desmontaron de las plataformas donde estos están instalados para generar una limpieza más a profundo una vez limpio las piezas de estator y rotores se procede a cambiar los rodamientos de los motores para evitar roces, desgastes y calentamientos a los motores de transmisión.

También se generó mantenimiento a las líneas de transporte neumático y a los filtros de estos mismo donde se instaló el controlador de la empresa OCRIM para poder transportar la harina por todas las tuberías que esta circula.

Generando mantenimientos correctivos en el área de empaque en las líneas de harinas de una libra ya que frecuentemente la línea se iba a paro lo cual actualmente está así por el problema que se tiene con una etiquetadora de fechas.

5.2 SEMANA 2

Se continuo con el mantenimiento preventivo que se le estaba realizando a los motores del plantel, pero en esta ocasión fue realizada a todos los motores restantes estos siendo los generadores de fuerza en las roscas de transmisión o transportadoras del grano de trigo. También se llevó a cabo el mantenimiento de los moto-vibradores instalados en los pulidores y tararas del cuarto nivel de molino 7.

Se procedió a realizar la calibración y configuración del equipo COLOR SORTER donde en apoyo de la empresa desarrolladora pudimos hacer la instalación correcta de esta misma realizando la estabilización de los sensores ópticos con los cuales consta esta máquina y la calibración de todos los disparos de los inyectores ya que esta máquina es la encargada de quitar todas las impurezas del trigo desde la más pequeña que puede ser un trigo quebrado hasta un grano de maíz.

5.3 SEMANA 3

Se realizó el mantenimiento a los bancos de molienda de molino 3 donde se desarmaban cambiando bandas de transmisión y engrasando todos los ejes y engranajes en toda la máquina, los cilindros de estas se cambian y los que se retiran se mandan a rectificar, a todas las piezas se les limpia y engrasan de manera manual para ser instaladas nuevamente en su lugar correspondiente.

Empezando a calibrar y darle mantenimiento a las basculas de harina A y harina B cambiando en estas los que son las mangas como plan de mejora ya que estas contaban con mangas de trapos y luego se cambiaron por mangas elásticas de grado alimenticios.

Se realizaron mantenimientos a las tolvas de harina en el área de empaque por maquinaria de carrusel estas generaban problemas en los pistones que abren y cierran las compuertas de alimentación gruesa y fina generando variaciones de pesos en los sacos de un quintal o trabajaba en vacío.

Generando mantenimientos correctivos en el área de empaque en las líneas de harinas de una libra ya que frecuentemente la línea se iba a paro lo cual actualmente está así por el problema que se tiene con una etiquetadora de fechas.

5.4 SEMANA 4

Durante esta semana se inició retirando las cajas de los controladores de las basculas ubicados en molino 5 para proceder a ser instalados en molino 3 y molino 7 donde estos se utilizaron para la actualización de los controladores PIAGLIRIANNI a controladores GSE, una vez instalados se procedió a tirar el cableado de comunicación entre la báscula y el controlador los cuales también están entrelazados entre sí por medio de comunicación PROFIBUS para generar reportes generalizados y también para un control de inicio mediante PLC y por medio de comunicación PROFINET se comunica al SCADA de preparación y molienda del trigo y así también poder recopilar toda la información necesaria desde el SCADA.

Se realizó el mantenimiento a los bancos de molienda de molino 7 donde se desarmaban cambiando bandas de transmisión y engrasando todos los ejes y engranajes en toda la máquina, los cilindros de estas se cambian y los que se retiran se mandan a rectificar, a todas las piezas se

les limpia y engrasan de manera manual para ser instaladas nuevamente en su lugar correspondiente.

5.5 SEMANA 5

En el transcurso de esta semana se culminaron los mantenimientos preventivos planificados dando fin a estos con el mantenimiento de los elevadores y esclusas en todo el plantel también un mantenimiento o limpieza a las salas de los paneles eléctricos para toda la distribución eléctrica de molino 3 y molino 7.

Generando mantenimientos correctivos en el área de empaque y a los molinos 5 y anexo ya que un filtro que tiene que transportar 9 toneladas de trigo por hora este empezaba a dispartarse cuando solo transportaba 8 toneladas de trigo por hora empezando a darle mantenimiento a las membranas del filtro de transporte neumático, pero en realidad era problemas de pérdidas de presión en la tubería ya que estas se extendieron dando como conclusión que esta tenía una pérdida de un 4.88% de toda la presión equivalente a 88 pascales la cual tuve el honor de poder descifrarlo mediante fórmulas y estudios de cambios de presiones desarrollado por Bernoulli y poder llegar a esa conclusión para que el director de planta tome la decisión correcta para corregir el problema.

5.6 SEMANA 6

Durante esta semana se realizó la certificación de todas las balanzas de la empresa por medio del Centro Hondureño de Medición ente gubernamental encargado de estas certificaciones en compañía de la empresa DISAGRO la cual se encarga de las balanzas camioneras y un equipo denominado como balanzas analíticas.

5.7 SEMANA 7

Generando mantenimientos correctivos en el área de empaque y a los molinos 5 y anexo ya que en el área de los molinos ya mencionados se presentaba problemas en los medidores ponderales donde estos dejaban de censar el trigo y también impedían el flujo del mismo teniendo problemas con unos sensores en las tolvas de alimentación de las basculas y dentro de los medidores ponderales ya que estos también tenían descentrados los ejes de rotación de la compuerta de la balanza en si lo cual se trababan e impedían el flujo continuo del trigo.

5.8 SEMANA 8

Se construyeron un total de seis silos de harina con las capacidades de 600 quintales para línea de empaque carrusel. Estos son alimentados de los molinos, 5, 3 y 7. Gracias a esto se pueden tener las cuatro líneas de empaque trabajando diferentes productos, sin afectar los calendarios de molienda.

Se llevará a cabo la instalación de las bandejas para tirar el cableado eléctrico a la torre de silos de harinas que se desarrollara a principios de junio de 2019 en la cual se tiene que crear camas para las bandejas y tener que instalarlas desde la parte superior que irán conectados a los controladores de las compuertas de aberturas de los silos, moto-vibradores y cualquier otro equipo que se vaya a instalar en esta misma torre de silos.

5.9 SEMANA 9

Se realizará la instalación de un banco de capacitores para poder controlar mejor el factor de potencia por el consumo generado en Molino 5 y Molino Anexo este banco de capacitores es desarrollado por la empresa EPCOS y distribuida en Honduras por la empresa eléctrica FARADAY donde este banco se instalará en la sub-estación de molino 5.

5.10 SEMANA 10

Se realizarán todo tipo de mantenimientos correctivo de manera inmediata por orden de llegada.

VI. CONCLUSIONES

Con el apoyo de los departamentos de mantenimiento eléctrico y mantenimiento mecánico, se desarrollaron cronologías de trabajo en las que se detalla la realización de los diferentes proyectos de acuerdo con las tareas a realizar y al tiempo establecido. Pudiendo así realizar todas las tareas asignadas a cada grupo, realizando las migraciones de los controladores y equipos obsoletos. Llevándose un control diario de todas las ordenes de trabajos para los mantenimientos correctivos de manera inmediata.

Gracias a la migración realizada en los controladores PIAGLIERINNI a controladores GSE se podrá llevar un mejor control a distancia de estas basculas controlado y monitoreadas desde el SCADA de molino 7 y molino 3 realizando los cambios a un modelo GSE 665 para el control de las celdas de cargas instaladas en las basculas de todo el proceso de preparación y molienda.

Teniendo ya las ordenes de trabajos para realizar los mantenimientos preventivos planificados para un paro de producción de 4 semanas al finalizar estas actividades se arrancó con total tranquilidad las dos áreas del edificio donde se ubica Molino 3 y Molino 7.

Se llevó a cabo el desarrollo del plan de instalación eléctrico en la torre de silos de harinas de 600 quintales la cual consta por el momento solo con las bandejas donde será tirado todo tipo de cableado ya sea eléctrico, de control o de comunicación para estos 6 silos que están entre los edificios de molino 3 y molino 5.

Cumpliendo con todas las ordenes de trabajo generadas a diario por todo tipo de problemas o percances en las líneas de producción y empaque gracias a los equipos de mantenimiento eléctrico y mantenimiento electrónico.

VII. RECOMENDACIONES

Antes de finalizar, se sugieren algunas recomendaciones en base a los resultados y las conclusiones que se encontraron luego del presente estudio

7.1 A LA EMPRESA

- Realizar las tareas de mantenimiento preventivo sugeridas por los fabricantes de las distintas maquinas en los tiempos establecidos, aun cuando se tenga que parar la producción por una cierta cantidad de tiempo.
- Realizar capacitaciones continuas a los operarios de los sistemas de SCADA y mantenerlos al día con las actualizaciones en el sistema así evitar confusiones a la hora de un problema sencillo a nivel de software.

7.2 A LA UNIVERSIDAD

- Profundizar más en el área de mecánica ampliando el área de estudio en Hidráulica y Neumática de manera teórica y práctica, siendo estas una de las áreas más vistas en una empresa al momento de un sistema automatizado.
- Implementar la clase de Metodología de la Investigación en la carrera de Ingeniería en Mecatrónica, de tal manera que se promueva el correcto desarrollo de una tesis o un proyecto de investigación.
- Hacer énfasis en las clases prácticas y poder demostrar los sistemas eléctricos que se pueden ver en la industria, realizando talleres de eléctrica de potencia, instalaciones eléctricas y todo tipo de prácticas que son comunes entre todas las empresas.

VIII. BIBLIOGRAFIA

- Ogata, K. (2010). *Ingeniería de control moderna (5.a ed.)*. PEARSON EDUCACIÓN, S.A.
- Rodríguez González, P. (2013). *Manejo de instalaciones para la elaboración de productos alimentarios. INAD0108 (1.a ed.)*. España: INNOVACIÓN Y CUALIFICACIÓN, S. L.
- N. Koprivanac, H. Kusic, A. Bozic. *Minimization of Organic Pollutant Content in Aqueous Solution by means of AOPs: UV- and Ozone –Based Technologies*". *Chemical Engineering Journal*. Vol.123. 2006. pp.127-137.
- Thomas L. Floyd. 9ª edición. Ed. Prentice–Hall. (2006). PEARSON EDUCACION
- Chapman, S. J. "MAQUINAS ELECTRICAS". Editorial McGraw-Hill. Colombia. 2012.
- SÁNCHEZ-PÉREZ, Celia et al. "Sensor de Flujo de Calor utilizando el Efecto Fototérmico incorporado en un Sistema de Fibra Óptica". *Congreso de Instrumentación, Ensenada, Baja California*. 25 de octubre de 2006.
- Agüero, J., García, M., Monge, I., Pérez, E. & Solano, J. (2010). *Foxboro Automation System. Curso Taller de Manufactura*. TEC.
- Bailey D. & Wright E. (2003). *Practical SCADA for Industry*. IDC Technologies.
- Cerrada, M. (2011). *Diagnóstico de fallas basado en modelos: Una solución factible para el desarrollo de aplicaciones SCADA en tiempo real*. *Revista Ciencia e Ingeniería*, 32(3),
- Foxboro's New Automation System*. (2003). Recuperado de <http://www.ferret.com.au/c/foxboro/foxboro-s-new-automation-system-n692986>
- Gómez, J., Reyes, R. & Guzmán del Río, D. (2008). *Temas especiales de instrumentación y control*. Cuba: Editorial Félix Varela.
- Krutz, R. (2006). *Securing SCADA Systems*. Indiana: Wiley Publishing Inc.
- Pérez, E. & Rangel, R. (2010). *Sistemas SCADA. Curso Sistemas Flexibles de Manufactura*. TEC.
- Rodríguez, A. (2008). *Sistemas SCADA*. 2 ed. Barcelona: Editorial Marcombo.

Romagosa, J., Gallego, D. & Pacheco, R. (2004). *Automatización Industrial*. Recuperado de http://formacion.plcmadrid.es/descargas/docs/proyecto_automatizacion.pdf

Shaw, W. (2006). *Cybersecurity for SCADA Systems*. Oklahoma: PennWell Corporation.

Sistema Automático de Telemetría. Recuperado de http://www.tecmes.com/pdf/TP600_SAT.pdf

Sistemas SCADA. (2006). Recuperado de <http://www.automatas.org/redes/SCADAs.htm>

Wiebe, M. (1999). *A Guide to Utility Automation: AMR, SCADA, and IT Systems*. Oklahoma: PennWell.

Tokheim, Roger L.. *Electrónica digital: principios y aplicaciones (7a. ed.)*, McGraw-Hill España, 2008. ProQuest Ebook Central,

<https://ebookcentral.proquest.com/lib/laureatemhe/detail.action?docID=3195989>.

MOUBRAY, J.: *RCM 2: Estrategias del mantenimiento, un nuevo paradigma [en línea]* Disponible en: <http://www.mantenimientomundial.com/notas/RcmIntro.asp> [Consulta: febrero 02 2005].

NAVARRETE, P. E.; O. TRETO; J.A: RODRÍGUEZ; E. HERNÁNDEZ: *Gestión e Ingeniería Integral de mantenimiento, Libro en edición magnética, Instituto Superior Politécnico José. A. Echevarría (ISPJAE)-CUJAE, La Habana, Cuba, 2000.*

TORRES, L. D.: *Mantenimiento, Su implementación y gestión, ISBN: 987-9406-81-8. © 2005, Segunda Edición, UNIVERSITAS, Argentina, 2005.*

SHKILIOVA. L.: *Gestión de Mantenimiento, Apuntes para un curso de postgrado, Universidad Agraria de La Habana (UNAH), Facultad de Mecanización Agropecuaria, La Habana, Cuba, 2010.*

IX. ANEXOS



Ilustración 17 Bascula trigo limpio

Fuente (Captura Propia)



Ilustración 18 Centro de conexión controlador GSE

Fuente (Captura propia).



Ilustración 19 Centro de controladores GSE

Fuente (Captura propia).



Ilustración 20. Ventiladores de filtros de transporte neumático

Fuente (Captura propia).



Ilustración 21. Banco de molienda de doble nivel.

Fuente (Captura propia).



Ilustración 22. Banco de molienda desarmado.

Fuente (Captura propia).