



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROYECTO FASE II

**INGENIERO ASISTENTE DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL: DIAMOND ELECTRIC
COMPANY**

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO

INGENIERO EN MECATRÓNICA

PRESENTADO POR:

11541030 HEYLLER JAFETH LAGOS GALINDO

ASESOR: RIGOBERTO CASTRO CASTRO M. SC.

CAMPUS TEGUCIGALPA; JULIO, 2020

RESUMEN EJECUTIVO

En la actualidad todos subsistimos en un ambiente ampliamente competitivo y globalizado, cada vez más las empresas industriales están avanzando más en la mejora de los distintos procesos de producción mediante la optimización de proceso con la ayuda de la automatización industrial y diferentes mantenimientos con la finalidad de mejora de la empresa. De esta manera, es de vital importancia el departamento de mantenimiento industrial en una empresa para el desarrollo y éxito de una empresa industrial dedicada a la manufactura.

En el presente informe se presenta toda la información pertinente de la práctica profesional realizada en el departamento de mantenimiento industrial de la empresa Diamond Electric Company, ubicada en Comayagüela, Francisco Morazán. Esta compañía está dedicada al desarrollo de cables eléctricos con estándares de calidad mundial y a su vez el desarrollo de proyectos para la empresa hermana Recicladora Diamante. Durante el periodo de práctica profesional se logró implementar distintos proyectos de mejora y de automatización, así como el mantenimiento, revisión y pruebas de distintos equipos ya sea mecánicos o eléctricos en la empresa y diferentes asistencias a equipos de trabajo ya sea en fallas eléctricas dentro de la planta.

De esta manera, se ha logrado completar la práctica profesional dentro de la empresa Diamond Electric Company de una manera exitosa cumpliendo con los diferentes objetivos planteados de esta manera adquiriendo una gran experiencia dentro del área industrial de una empresa de manufactura.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Glosario.....	1
I. Introducción.....	2
II. Generalidades de la Empresa.....	4
2.1 Descripción de la Empresa.....	4
2.2 Descripción del Departamento	4
2.3 Objetivos del Puesto	5
2.3.1 Objetivo General.....	5
2.3.2 Objetivos específicos	5
III. Marco Teórico.....	6
3.1 Mantenimiento Industrial.....	6
3.1.1 Beneficios del mantenimiento industrial.....	7
3.2 Instalaciones Eléctricas.....	8
3.2.1 Tipos de Instalaciones Eléctricas	9
3.3 Automatización Industrial.....	10
3.3.1 Control Lógico Programable.....	12
3.4 Reciclaje de Plástico	13
3.4.1 datos estadísticos del plástico en el medio ambiente	14
3.4.2 Proceso de reciclaje de plástico PET	15
3.5 Cables Eléctricos	17
3.5.1 tipos de cables eléctricos	18

3.5.2 Fabricación de cables eléctricos	20
IV. Desarrollo.....	22
4.1 Desarrollo de gabinete de control para proyecto de recuperación de fino	22
4.1.1 Descripción del proyecto	22
4.1.2 Desarrollo del proyecto	22
4.2 Programación de modulo de control en proyecto de recuperación de fino.....	26
4.2.1 Descripción del proyecto	26
4.2.2 Desarrollo del proyecto	26
4.3 Implementación de control manual hibrido para detector de metales en línea de PET.....	28
4.3.1 Descripción del proyecto	28
4.3.2 Desarrollo del proyecto	28
4.4 Recolección, selección y pruebas de elementos de protección a utilizar en gabinete eléctrico perteneciente a nuevo proyecto de lavado de verde.....	31
4.4.1 Descripción del proyecto	31
4.4.2 Desarrollo del proyecto	31
4.5 Limpieza, instalación y cableado eléctrico de sección de control de gabinete eléctrico para nueva línea de lavado	34
4.5.1 Descripción del proyecto	34
4.5.2 Desarrollo del proyecto	34
4.6 Programación de PLC dedicados a la seguridad del sistema de la nueva línea de lavado..	38
4.6.1 Descripción del proyecto	38
4.6.2 Desarrollo del proyecto	38
4.7 Cronograma de actividades	40

V. Conclusiones.....	41
VI. Recomendaciones	42
Bibliografía.....	43

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Mantenimiento Industrial.....	7
Ilustración 2. Componentes de Instalaciones Eléctricas Industriales.....	8
Ilustración 3. Automatización Industrial de línea de producción automotriz.....	11
Ilustración 4. Controladores lógicos programables.....	12
Ilustración 5. Reciclaje de plástico.....	13
Ilustración 6. Contaminación de plástico en mares.....	14
Ilustración 7. Ciclo de reciclado del PET.....	16
Ilustración 8. Cable Eléctrico.....	17
Ilustración 9. Tipos de cables eléctricos.....	19
Ilustración 10. Máquina de extrusión de cable eléctrico.....	21
Ilustración 11. Gabinete eléctrico de control proyecto de recuperación de fino.....	23
Ilustración 12. Instalación de rieles DIN y canaletas de distribución.....	23
Ilustración 13. Cableado Eléctrico de equipos.....	24
Ilustración 14. Cableado eléctrico completo parte 1.....	25
Ilustración 15. Cableado eléctrico completo parte 2.....	25
Ilustración 16. Logo soft comfort v8.2.0.....	27
Ilustración 17. Mantenimiento eléctrico detector de metales.....	28
Ilustración 18. Detección de líneas de interconexión en detector de metales.....	29
Ilustración 19. Detector de metales con control de reset hibrido instalado.....	30
Ilustración 20. Recolección de equipos de protección parte 1.....	32
Ilustración 21. Recolección de equipos de protección parte 2.....	32

Ilustración 22. Pruebas en equipos de protección	33
Ilustración 23. Gabinete eléctrico antes de desmontaje y limpieza.....	34
Ilustración 24. líneas utilizadas para cableado de componentes.....	36
Ilustración 25. Desarrollo de montaje y cableado de componentes en sección de control de gabinete eléctrico de nueva línea de lavado	37
Ilustración 26. PLC Logo utilizado para protección.....	38
Ilustración 27. PLC Micrologix 1000.....	39

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Cronograma de Actividades.....	40
---	----

GLOSARIO

Termoeléctrica: Dicho de un aparato en el cual se desarrolla electricidad por la acción del calor (RAE, Termoelectrica, 2019).

Electrotecnia: Estudio de las aplicaciones técnicas de la electricidad (RAE, 2019).

Mecanización: Acción y efecto de mecanizar (RAE, 2019).

Trefilar: Reducir el metal a alambre o hilo pasándolo por una hilera (RAE, 2019).

Tensión: Voltaje con que se realiza una transmisión de energía eléctrica (RAE, 2019).

I. INTRODUCCIÓN

Se define el mantenimiento industrial como todas aquellas técnicas o conjunto de medios para mantener en buen estado los equipos, maquinas o procesos en una empresa durante el mayor tiempo posible (Garrido, 2010). El mantenimiento industrial es uno de los aspectos claves para conseguir todos los objetivos de producción y de beneficios que busca cualquier empresa, por lo tanto, el objetivo del mantenimiento industrial se puede sintetizar como un punto vital para reducir fallas, reducir costos, conservar bienes productivos y alcanzar objetivos fomentados en distintos proyectos de la empresa. (Abella, 2012)

El departamento de mantenimiento industrial de la empresa Diamond Electric Company, es el responsable de poder garantizar el correcto funcionamiento de toda la maquinaria de la empresa, asimismo se encarga del desarrollo e implementación de diferentes proyectos en distintas áreas de la empresa.

En el presente informe se realiza la descripción de todo el trabajo realizado en la práctica profesional que ha sido llevada a cabo en la compañía en la empresa Diamond Electric Company en el departamento de mantenimiento Industrial. El objetivo principal de la práctica profesional fue el desarrollo, apoyo y participación en la realización de distintos proyectos en los que ha estado involucrado el departamento.

Entre las principales tareas que se realizaban dentro de la empresa se puede encontrar la implementación de nuevas líneas de trabajo, mantenimientos eléctricos de equipos y gabinetes eléctricos, programación de diferentes controladores lógico-programables y el mantenimiento preventivo de equipos para ser reutilizados dentro de los sistemas.

A continuación, es detallada cada una de las diferentes secciones que forman parte del informe:

Marco teórico: en esta sección se detalla todo el conocimiento teórico necesario para la realización de diferentes trabajos dentro de la empresa.

Desarrollo: sección en la cual se describen las diferentes tareas realizadas dentro del periodo de práctica profesional dentro de la empresa Diamond Electric Company

Conclusiones: dentro de esta sección se encuentran las conclusiones obtenidas mediante la realización de la práctica profesional.

Recomendaciones: en esta sección detallan las diferentes recomendaciones que el autor considera importantes basadas en la experiencia obtenida en la práctica profesional

II. GENERALIDADES DE LA EMPRESA

2.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

Diamond Electric Company (DEC) es una empresa de origen hondureña fundada en el año 2017 por Benito Morales. La empresa se dedica a la producción de cable eléctrico de cobre y aluminio, así como cables eléctricos de alta tensión con estándares de calidad mundial. la misma manera la empresa se dedica al desarrollo de proyectos de mejora para la empresa y su vez para su empresa hermana Recicladora Diamante. Esta empresa se enfoca en generar confianza a sus clientes por medio de productos de primera calidad cien por ciento hondureños.

Actualmente la empresa se encuentra desarrollando distintos proyectos de lavado de plástico para la empresa Recicladora Diamante debido a la falta de materia prima para la producción de cables eléctricos ya que los productos vitales para su producción como lo son el cobre y aluminio poseen en la actualidad precios muy elevados para obtener una ganancia sustancial para la empresa.

2.2 DESCRIPCIÓN DEL DEPARTAMENTO

El departamento de mantenimiento industrial de Diamond Electric Company se dedica a supervisar, controlar y mejorar los distintos procesos de producción de la empresa, así como el mantenimiento preventivo, correctivo y predictivo de la maquinaria perteneciente a la compañía, así mismo este departamento se encarga del desarrollo de proyectos innovadores con el fin de que la empresa pueda mejorar distintos aspectos de calidad en la producción de cable eléctrico o ya sea proyectos con los cuales se podrían evitar pérdidas significativas de materia prima y obtener ganancias importantes para la empresa.

El departamento cuenta con ingenieros especializados, así como con técnicos mecánicos y electricistas con una amplia experiencia en el rubro de producción de cables eléctricos y en el área de desarrollo de proyectos.

2.3 OBJETIVOS DEL PUESTO

2.3.1 OBJETIVO GENERAL

Desarrollo, apoyo y participación en la realización de distintos proyectos por parte del departamento mantenimiento industrial de la empresa.

2.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Apoyo y desarrollo en proyecto de recuperación de lavado de fino PET de la empresa.
- Apoyo y desarrollo en proyecto de lavado de verde en la empresa.
- Instalación y mantenimiento de gabinetes eléctricos en proyectos.
- Desarrollo de programación distintos PLC en los proyectos
- Seguimiento de mantenimiento industrial dentro de la planta.

III. MARCO TEÓRICO

3.1 MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

El mantenimiento industrial se podría definir como el conjunto de actividades que se realizan periódicamente en una empresa para poder garantizar el mayor rendimiento posible de las máquinas y equipos. En el área industrial sin un correcto mantenimiento no existe producción debido a que es uno de los pilares más importantes para la correcta operación de esta (Serycoin, 2017).

En la actualidad se pueden encontrar tres tipos de mantenimiento industrial entre los cuales podemos encontrar:

- Mantenimiento preventivo
- Mantenimiento predictivo
- Mantenimiento correctivo

Cada uno de estos tipos de mantenimiento cumplen una función clave en el área industrial para poder asegurar que una empresa pueda operar por un tiempo más prolongado de tiempo de manera eficiente y ordenada (Aldakin, 2017).

El mantenimiento preventivo es un tipo de mantenimiento en la cual se realiza una intervención en las máquinas o equipos con la finalidad de conservar de estos mediante la realización de reparaciones que garanticen la correcta funcionalidad y fiabilidad, antes de que se presente una avería. Un buen mantenimiento preventivo permite tener una mayor disponibilidad y disminución de costos en una empresa (Calle, 2018).

Por otro lado, el mantenimiento predictivo es una metodología o filosofía que lleva en consideración el estado de los equipos pertenecientes a la empresa, este tipo de mantenimiento realiza un acompañamiento periódico de las máquinas o equipos basándose en datos estadísticos recolectados por medio de inspecciones de campo y un estudio de monitoreo y de esta manera poder anticiparse a distintos problemas que podría presentarse durante la operación de la maquinaria (Schroeder, 2017).

A diferencia del mantenimiento preventivo y predictivo el mantenimiento correctivo es aquel que se especializa en solucionar las distintas averías o desperfectos que pueden presentarse en máquinas, instalaciones y mobiliario industrial una vez que ya han aparecido (Serlingo, 2013).



Ilustración 1. Mantenimiento Industrial

Fuente: (Sernoven, 2016)

3.1.1 BENEFICIOS DEL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

Las empresas que se encuentran en área de la producción industrial deben de tener en cuenta que mediante el mantenimiento industrial se pueden obtener el máximo beneficio y rentabilidad en su empresa (Arribas, 2018). Entre los beneficios más importantes que brinda el mantenimiento industrial se pueden encontrar los siguientes:

- Prevención de accidentes laborales
- Aumento de la vida útil en la maquinaria y equipos de la empresa
- Mejora de la calidad de producción
- Disminución de pérdidas y costos por paro de producción
- Obtención de documentación de mantenimiento para los distintos equipos.
- Aumento en la rentabilidad de la empresa

3.2 INSTALACIONES ELÉCTRICAS

Las instalaciones eléctricas industriales se pueden definir como todas aquellas que tienen como finalidad suministrar la energía eléctrica a todos los sistemas de producción tendientes a realizar un proceso de transformación (Mavems, 2017).

Las instalaciones eléctricas industriales debido a que son en su mayoría de gran envergadura y a la gran cantidad de componentes que pueden formar parte de esta, necesitan tener muchas garantías de seguridad y características técnicas específicas. Estas deben contar con todos los sistemas que sean necesarios para contrarrestar todos los efectos que pueden surgir por corrientes de cortocircuito, de sobrecarga y averías que pueden presentarse (Cable, 2019).

En todos los proyectos eléctricos se debe tener muy en cuenta factores tales como el dimensionamiento, requerimientos, demanda energética y localización de los distintos equipos para de esta manera las personas encargadas en la realización de las instalaciones eléctricas cuenten con toda la información pertinente para su correcta realización.



Ilustración 2. Componentes de Instalaciones Eléctricas Industriales

Fuente: (Aldakin, 2017)

3.2.1 TIPOS DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS

Las instalaciones eléctricas en la industria es la que impulsa todos esos equipos eléctricos necesarios para la operación o ya sea para la producción de un producto, actualmente se pueden encontrar distintos tipos de instalaciones eléctricas dependiente de la necesidad que tenga la empresa. En la actualidad principalmente se pueden encontrar los siguientes tipos de instalaciones eléctricas:

- **Instalación eléctrica industrial de baja tensión**

Este tipo de instalación eléctrica industrial puede ser encontrada en un local, edificio o conjunto de edificios que posee una previsión de carga total que supera los 24 Kilovatios o cuando la demanda de potencia de un nuevo suministro es mayor a los 1000 Kilovatios, calculada de acuerdo con el reglamento electrotécnico para baja tensión (Construmatica, 2013).

- **Instalación eléctrica industrial de media tensión**

La instalación eléctrica de media tensión es el tipo que posee una tensión entre 1 a 35 kilovatios. Esta circula con ayuda de líneas de distribución que se dirigen hasta los centros de transformación eléctrica. Este tipo de instalación eléctrica tiene la característica que permite adaptarse de acuerdo con la necesidad del usuario final y de esta manera poder transformarse en baja tensión si fuese necesario (Tarifasdeluz, 2018).

- **Instalación eléctrica industrial de alta tensión**

Este tipo de instalaciones son aquellas que poseen la mayor potencia eléctrica, en estas instalaciones el diferencial de voltaje está por encima de los 1000 voltios o 1500 voltios en corriente continua. Normalmente este tipo de instalaciones tiene su raíz a través de la fuerza motriz que puede ser generada por ayuda de plantas nucleares, parques eólicos y fotovoltaicos, centrales nucleares y termoeléctricas. En la gran mayoría de casos este tipo de instalación eléctrica es utilizada por grandes consumidores de industrias (Energyavm, 2018).

3.3 AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL

La automatización es el uso de comandos de programación lógica y equipo mecanizado para reemplazar la toma de decisiones y el manual actividades de comando-respuesta de los seres humanos. Históricamente, la mecanización se define como el uso de un mecanismo de sincronización para disparar una palanca o trinquete ayudaba a los humanos a realizar el ejercicio físico requisitos de una tarea. Sin embargo, la automatización lleva la mecanización a dar un paso más, reduciendo en gran medida la necesidad de lo sensorial y mental humano requisitos al tiempo que optimiza la productividad.

Hoy en día la automatización se ha vuelto uno de los pilares más importantes a nivel industrial para mejorar la eficiencia de producción, las ventajas más importantes que brinda la automatización industrial son:

- Los operadores humanos que realizaban esfuerzo físico desmedido o monótono en el trabajo pueden ser reemplazado
- Los operadores humanos que realizaban tareas en ambientes peligrosos para su integridad física como temperaturas extremas, radioactividad y ambientes tóxicos pueden ser reubicados y reemplazados por máquinas que realicen la tarea.
- Tareas que estaban por encima de la capacidad humana pueden ser realizadas con mayor facilidad, como por ejemplo cargar grandes cargas, manipular objetos pequeños o la realización de productos a gran velocidad.
- La producción es mayor y el costo por producto es menor
- Los sistemas de automatización pueden ser inspeccionados de manera sencilla para mejorar la calidad de la producción y disminuir la tolerancia en los productos que se realicen en una empresa
- La automatización puede servir como un catalizador para la mejora y desarrollo de las economías de las empresas y de la sociedad.

De la misma manera que la automatización industrial brinda muchas ventajas a las empresas industriales hoy en día existen ciertas desventajas que pueden presentarse por parte de la automatización las cuales son las siguientes:

- La tecnología actual aun no permite automatizar todas las tareas que se desearían en una empresa debido a su dificultad en casos de que la producción necesite de alguna operación manual especializada.
- Algunas tareas pueden ser demasiado costosa para ser automatizadas
- El costo de investigación y desarrollo de una automatización de un proceso es difícil de predecir de antemano
- El costo inicial de la automatización industrial es alto, se necesita de una inversión bastante fuerte para poder iniciar con la automatización de un proceso o la construcción de una nueva planta.

A pesar de que se pueden encontrar desventajas en la automatización en general las ventajas que brinda son más importantes que las desventajas que se presentan por lo que es a criterio de una empresa si realizar la automatización de un proceso para aumentar su productividad y eficiencia (Lamb, 2013).



Ilustración 3. Automatización Industrial de línea de producción automotriz

Fuente: (Autycom, 2019)

3.3.1 CONTROL LÓGICO PROGRAMABLE

Un control lógico programable o PLC se conoce a nivel mundial como un referente de la automatización industrial, un PLC es una computadora digital de nivel industrial que se ha diseñado específicamente para la realización de funciones de control en su mayoría en el área industrial.

En su mayoría los PLC se han diseñado diferentes paquetes de software en su interior en los que se pueden encontrar contactos, bobinas, temporizadores, contadores, registros, bloques de comparación digital y otros tipos de funciones especiales para el manejo de bases de datos en un proceso. Actualmente los PLC son utilizados mundialmente para la mejora de diferentes procesos en área industrial con la finalidad de mejorar la calidad de producción y de igual manera mejorar la eficiencia de una empresa en general (ReporteDigital, 2019).



Ilustración 4. Controladores lógicos programables

Fuente: (MachineDesign, 2015)

3.4 RECICLAJE DE PLÁSTICO

El reciclaje de plástico se refiere al proceso de recuperación de desechos o desechos de plástico y la reprocesamiento de los materiales en productos funcionales y útiles. Esta actividad se conoce como el proceso de reciclaje de plástico. El objetivo de reciclar plástico es reducir las altas tasas de contaminación plástica mientras se ejerce menos presión sobre los materiales vírgenes para producir nuevos productos plásticos. Este enfoque ayuda a conservar los recursos y desvía los plásticos de los vertederos o destinos no deseados, como los océanos.

Los plásticos son materiales duraderos, ligeros y económicos. Se pueden moldear fácilmente en varios productos que encuentran usos en una gran cantidad de aplicaciones. Cada año, se fabrican más de 100 millones de toneladas de plásticos en todo el mundo. Alrededor de 200 mil millones de libras de material plástico nuevo son termoformadas, espumadas, laminadas y extruidas en millones de paquetes y productos. En consecuencia, la reutilización, recuperación y reciclaje de plásticos son extremadamente importantes (Leblanc, An Overview of Plastic Recycling, 2019).



Ilustración 5. Reciclaje de plástico

Fuente: (Twenergy, 2019)

3.4.1 DATOS ESTADISTICOS DEL PLASTICO EN EL MEDIO AMBIENTE

El plástico reciclado puede ser de mucha utilidad en muchas partes del mundo para manufactura de muchos productos, pero a su vez es de gran ayuda para la mejora del medio ambiente. el plástico en términos medioambientales posee las siguientes estadísticas:

- Se necesitan hasta 500 años para descomponer los artículos de plástico en los vertederos
- El reciclaje de plásticos resulta en ahorros de energía significativos en comparación con la producción de nuevos plásticos utilizando material virgen.
- La energía ahorrada al reciclar una sola botella de plástico puede alimentar una bombilla de 100 vatios durante casi una hora.
- Alrededor del 9.1% de la producción de plástico se recicló en los EE. UU. Durante 2015, variando según la categoría del producto. Los envases de plástico se reciclaron al 14,6%, los productos plásticos duraderos al 6,6% y otros productos no duraderos al 2,2%.
- Los plásticos que terminan en los océanos se descomponen en pedazos pequeños y cada año alrededor de 100,000 mamíferos marinos y un millón de aves marinas mueren comiendo esos pequeños pedazos de plástico (Leblanc, 2018).



Ilustración 6. Contaminación de plástico en mares

Fuente: (EITB, 2018)

3.4.2 PROCESO DE RECICLAJE DE PLÁSTICO PET

Actualmente existen una gran cantidad de usos y formas de elaboración de tereftalato de polietileno o PET que lo convierten en uno de los materiales menos beneficiosos del medio ambiente. El proceso de reciclaje del plástico PET tiene como finalidad reintegrar el material a un ciclo productivo como parte de una materia prima.

El proceso inicia por lo general con la recuperación de depósitos de botellas que han sido desechadas por las personas o los establecimientos, que clasifican los diferentes recipientes para su posterior transporte a la instalación donde se realizara el tratamiento en las botellas de plástico vacías que pasan por un proceso donde se limpia, muele, lavan y finalmente seca el producto que volverá a ser introducido al mercado como materia prima para la fabricación de otros productos.

Existen muchos métodos para el reciclado del plástico PET entre los cuales podemos encontrar los siguientes métodos:

- **Reciclado mecánico**

Este proceso de reciclado es el más utilizado que consiste en varias etapas de separar, limpiar y moler las botellas de plástico con ayuda de molinos o trituradoras.

- **Reciclado químico**

Este proceso de reciclado ha desarrollado distintos tipos en el cual se utilizan la metanolisis y el glicolisis en estos el plástico se despolimeriza o se separan las moléculas especiales que componen el plástico y de esta manera fabricar otra vez PET.

- **Reciclado Energético**

En este tipo de reciclado de PET se busca utilizar el plástico como combustible alternativo en los cuales estos envases puedan emplearse para producir energía por su poder calorífico con la cual se puede producir una combustión lo suficientemente estable solo generado bióxido de carbono y vapor de agua (plasticos, 2011).



Ilustración 7. Ciclo de reciclado del PET

Fuente: (Petone, 2017)

3.5 CABLES ELÉCTRICOS

Un cable eléctrico es dos o más cables, o conductores, que forman un solo conjunto de cable a partir de los cables que se retuercen, unen o trenzan. trenzar los cables puede producir un producto más flexible. Esto es cuando se utiliza la torsión o el trenzado dentro de un conjunto. La formación de cables más pequeños es más flexible que una sola que sea del mismo tamaño. Por lo general, los cables son de cobre y están desnudos o chapados con otro metal como estaño, oro o plata en un esfuerzo por extender la vida útil del cable. El enchapado también facilita la soldadura y ofrece lubricación entre hilos (CONSOLIDATED, 2020).

Los cables eléctricos funcionan al proporcionar una ruta de baja resistencia para que fluya la corriente. Los cables eléctricos consisten en un núcleo de alambre de metal que ofrece una buena conductividad, como cobre o aluminio, junto con otras capas de material, incluidos aislamiento, cintas, pantallas, armaduras para protección mecánica y revestimiento. Estas capas adicionales están diseñadas principalmente para permitir que el núcleo metálico continúe conduciendo corriente eléctrica de manera segura en el entorno en el que está instalado (ELAND CABLES, 2020).



Ilustración 8. Cable Eléctrico

Fuente: (Yifang, 2020)

3.5.1 TIPOS DE CABLES ELÉCTRICOS

En el mercado se pueden encontrar una gran cantidad de cables eléctricos divididos por distintas especificaciones técnicas determinadas para una función en específico. Entre los tipos de cables que se pueden encontrar son:

- **Cable unipolar:** Este tipo de cable está formado por un hilo conductor en su interior.
- **Cable multipolar:** Cable eléctrico formado por más de un hilo conductor
- **Cable flexible:** Este tipo de cable este compuesto por conductores finos y flexibles
- **Cable coaxial:** Compuesto por un núcleo de cobre protegido por un aislante dielectrico.
- **Cable trenzado:** cable compuesto por conductores entrelazados
- **Cable dúplex:** formado por conductores de cobre y a su vez aislante de PVC
- **Cable blindado:** conjunto de cables cubiertos de revestimiento metálico (Dielectric, 2018).

Los cables eléctricos pueden ser identificado de acuerdo con su tipo de conductor eléctrico entre los cuales están:

- **Conductor de alambre desnudo**

Este tipo es un solo alambre solido que no se puede doblar y no posee un recubrimiento a su alrededor.

- **Conductor de alambre aislado**

Este tipo posee un recubrimiento de una capa de aislante plástico para que este conductor no entre en contacto con otros conductores, objetos o personas.

- **Conductor de cable flexible**

Este tipo es el más comercializado y el que más se utiliza en la actualidad, posee una gran variedad de hilos como un recubrimiento plástico. Este tipo de cable se puede doblar con facilidad

- **Conductor de cordón**

Este tipo de conductor está formado por más de un cable en el cual se juntan y se envuelven de manera conjunta de manera que se logra un aislamiento de cada conductor que los une todos en un conjunto único del conductor.

Los cables eléctricos poseen muchas clasificaciones aparte de su forma de fabricación o su conductor de la misma manera los cables eléctricos pueden ser encontrados dependiendo de su calibre, amperaje, aislamiento y tensión (Masvoltaje, 2016).

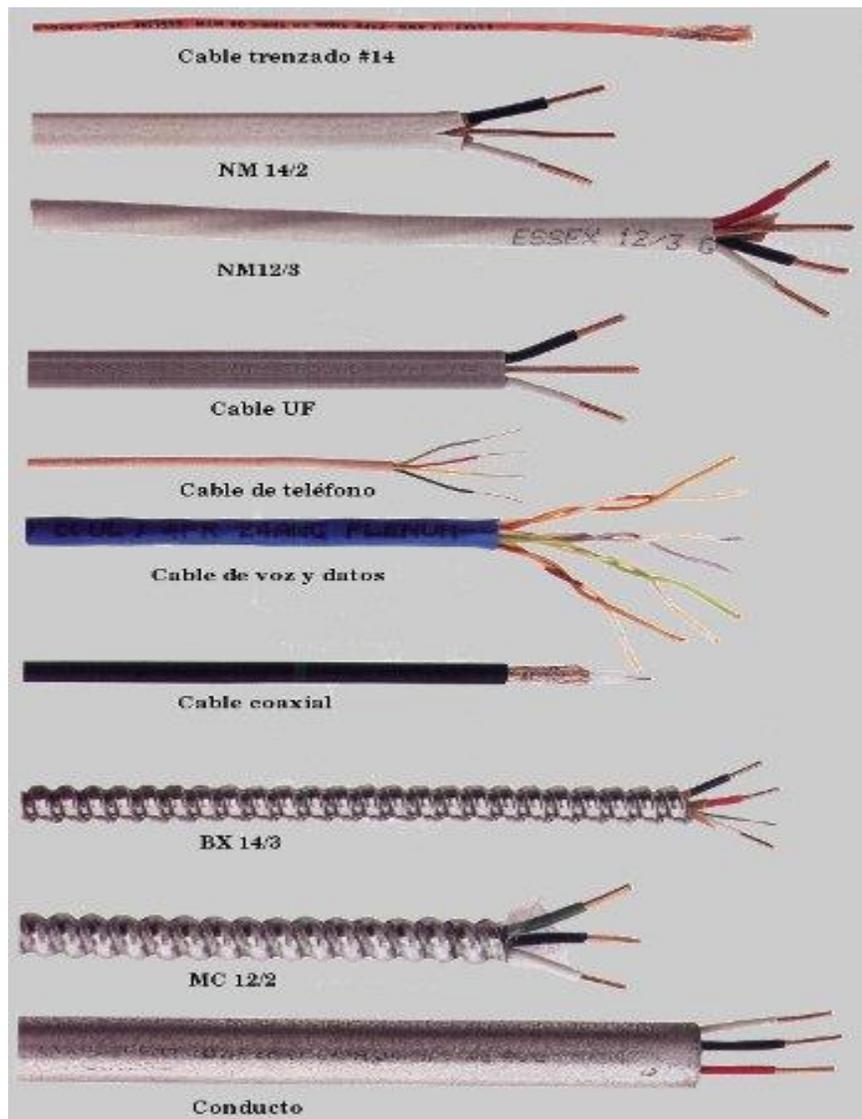


Ilustración 9. Tipos de cables eléctricos

Fuente: (Sabelotodo, 2020)

3.5.2 FABRICACIÓN DE CABLES ELÉCTRICOS

Para la fabricación de cables eléctricos es muy importante saber que el conductor es el material por el cual puede pasar toda la electricidad. Estos pueden ser ya sea de cobre o aluminio debido a que son los metales más comunes y con la mayor cantidad de ventajas para la fabricación de cables eléctricos.

En la primera etapa del proceso de fabricación es el trefilado en el cual se reduce gradualmente el diámetro del alambre o los alambres hasta llegar a un diámetro, ductilidad y conductibilidad deseada.

En la segunda etapa de la fabricación de cable eléctricos estos se someten a tratamientos térmicos en el cual se calienta el metal y luego se permite que este se enfríe de manera lenta para eliminar tensiones internas en el conductor y así endurecer el metal. A este proceso se le llama recocido y su principal función es el aumentar la conductividad del cable.

Una vez realizado estos procesos se procede a elegir el aislamiento que se utilizara en el cable eléctrico. Los aisladores son diferentes materiales sintéticos que se utilizan para aislar cables eléctricos. Debido a que la corriente corre a lo largo del exterior de los cables de cobre, deben aislarse de otros cables y superficies conductoras para evitar problemas una vez estos sean utilizados evitando fuga de corriente. La calidad del aislamiento dependerá de dos características básicas como la capacidad de aislamiento, así como su resistencia al calor (World, 2016).



Ilustración 10. Máquina de extrusión de cable eléctrico

Fuente: (CPM, 2020)

IV. DESARROLLO

4.1 DESARROLLO DE GABINETE DE CONTROL PARA PROYECTO DE RECUPERACIÓN DE FINO

4.1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

En la planta de reciclaje de PET una gran cantidad de material es desperdiciado en la actualidad y desechado como basura en el crematorio municipal, el proyecto de recuperación de fino tiene como fin recuperar ese material y lograr venderlo como materia prima al extranjero. El gabinete eléctrico de control para el proyecto será el encargado de controlar, señalar y agilizar todo el proceso en la línea de lavado del proyecto de recuperación de fino por lo que es necesario un gabinete eléctrico con la capacidad de cumplir con todo lo requerido en el proyecto en términos de control

4.1.2 DESARROLLO DEL PROYECTO

Para el desarrollo del panel de control que se instalaría en el proyecto de recuperación de fino en primer lugar se realizó una entrevista con las personas encargadas del proyecto con el motivo de conocer cuáles eran las necesidades y que era lo que se necesitaba controlar desde el panel, y a su vez conocer los distintos materiales, así como componentes que estarían a disposición para ser instalados en el panel de control.

Conociendo todo lo que estaría a disposición se procedió a la limpieza del gabinete que se utilizaría para la realización del panel de control como se puede observar en la ilustración 11.



Ilustración 11. Gabinete eléctrico de control proyecto de recuperación de fino

Fuente: Elaborado por autor

Con la limpieza realizada se instalaron diferentes rieles DIN, así como canaletas de distribución en la placa base del panel con el motivo de crear un mayor orden en el cableado eléctrico en la instalación de los diferentes componentes eléctricos del panel como se puede observar en la ilustración 12.



Ilustración 12. Instalación de rieles DIN y canaletas de distribución

Fuente: Elaborado por autor

Una vez realizado el montaje de los rieles DIN y las canaletas de distribución en la placa se procedió a la instalación y cableado eléctrico de diferentes componentes eléctricos, así como

contactores, guardamotores, protectores térmicos y un PLC como se puede observar en la ilustración 13.



Ilustración 13. Cableado Eléctrico de equipos

Fuente: Elaborado por autor

Al avanzar el proyecto a su vez se fueron añadiendo diferentes componentes para lograr un mayor control de la línea de lavado. En este caso se añadieron a la carcasa frontal del gabinete como luces piloto que indicaran el funcionamiento correcto de la fuente de energía con luces piloto verde y roja, un selector con el cual se podrá activar la bomba de llenado de agua en las pilas de recuperación de fino, luces piloto indicativas del nivel de agua que corresponde al tanque de agua de ocho mil galones que se utiliza para el llenado de pilas y un variac con la función de controlar la velocidad en revoluciones por minuto según el voltaje aplicado que utilizara la secadora perteneciente a la línea de lavado.

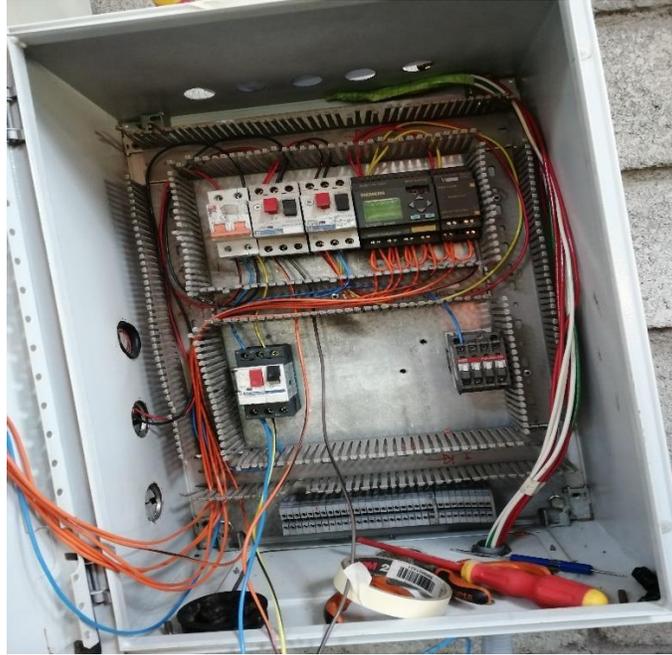


Ilustración 14. Cableado eléctrico completo parte 1

Fuente: Elaborado por autor



Ilustración 15. Cableado eléctrico completo parte 2

Fuente: Elaborado por autor

4.2 PROGRAMACIÓN DE MÓDULO DE CONTROL EN PROYECTO DE RECUPERACIÓN DE FINO

4.2.1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El gabinete de control del proyecto de recuperación de fino cuenta con un PLC LOGO el cual controlara la mayoría de los procesos de la línea de recuperación por lo que la programación del PLC debe realizarse con diferentes valores de control de entrada y salida con motivo de agilizar, controlar y facilitar el trabajo a los operarios responsables de la línea.

4.2.2 DESARROLLO DEL PROYECTO

Para la realización de la programación de módulo de control en el proyecto de recuperación de fino se ha obtenido información de antemano de los operarios con motivo de conocer las diferentes necesidades que estos tendrían al momento de la operación de la línea.

Se llevó a cabo un análisis con el cual se pudo obtener que era de vital importancia controlar el llenado, así como el vaciado del tanque ocho mil galones por medio de diferentes sensores de nivel en este caso boyas de nivel con el cual se enviará una señal al panel principal en el cual se podrá observar cual es el nivel actual del tanque.

Con motivo de lograr controlar todo este proceso se utiliza un PLC LOGO con el cual se pueden utilizar fuentes de voltaje ya sea 220v o 110v para su alimentación y sus entradas, de la misma manera se obtienen en la salida el voltaje pertinente que se está utilizando en las entradas del PLC.

En primer lugar para la programación con ayuda del programa Logo Soft Comfort V8 se realizó el programa pertinente en el cual en relación a la ubicación de las diferentes boyas en el tanque se obtendrá una señal que activara la luz piloto pertinente a cierto nivel de tanque, en este caso se utilizan 6 niveles comenzando en 80% seguidamente de 60%, 50%, 40%, 20% y 10% en algún caso el PLC logre obtener la única señal correspondiente al nivel de 10% se activara una alarma con la cual el operario podrá observar que el tanque no está en capacidad de ser utilizado.

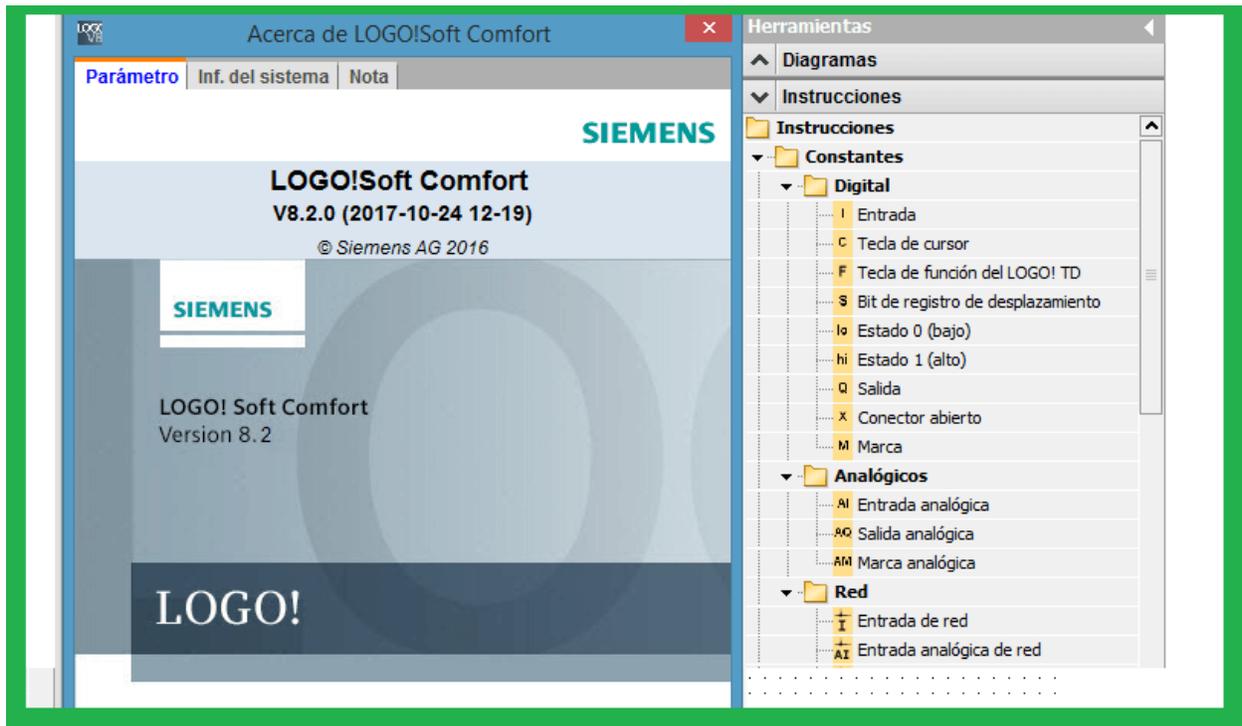


Ilustración 16. Logo soft comfort v8.2.0

Fuente: (Masterplc, 2017)

4.3 IMPLEMENTACIÓN DE CONTROL MANUAL HIBRIDO PARA DETECTOR DE METALES EN LÍNEA DE PET

4.3.1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

En la planta de reciclaje de plástico de la Recicladora Diamante, hace mucho tiempo se presenta el inconveniente que el detector de metales en la sección de clasificación de material, algunas veces no permite el reinicio normal del sistema al detectar un metal en él material y es necesario desenchufar el equipo para utilizarlo de nueva cuenta, con motivo de agilizar el proceso es necesario el mantenimiento correctivo e implementación de control híbrido para el reinicio manual y rápido del equipo.

4.3.2 DESARROLLO DEL PROYECTO

Para la implementación de un control manual híbrido en el detector de metales en la línea de selección de PET en primer lugar se determinó un paro general del sistema de producción con el objetivo de identificar dentro del control eléctrico actual si existe alguna falla eléctrica o el control ya no cuenta con la vida útil suficiente para cumplir con el objetivo del elemento como se puede observar en la ilustración 17.



Ilustración 17. Mantenimiento eléctrico detector de metales

Fuente: Elaborado por autor

En la realización del análisis de fallas eléctricas se determinó que el sistema no cuenta con un problema eléctrico general y que el control solo cuenta con una deficiencia física y eléctrica en el sistema de reset para poder reiniciar el sistema desde cero una vez el detector cense un metal dentro de los plásticos.

En la implementación del nuevo control de reset para el detector de metales se realizaron distintas pruebas en las líneas de control del reset y se identificaron cuáles eran las pertinentes para poder reiniciar el sistema mediante la utilización de un multímetro con las cuales por medio continuidad se podrían reconocer las interconexiones entre las líneas y de esta manera evitar fallos al momento de conectar el control híbrido como se puede observar en la ilustración 18.



Ilustración 18. Detección de líneas de interconexión en detector de metales

Fuente: Elaborado por autor

Con todo listo para la conexión e instalación del nuevo control de reset se utilizó una caja eléctrica con un push button incorporado con el cual al presionarlo el sistema podrá se reiniciado por el operario que este más cercano al equipo



Ilustración 19. Detector de metales con control de reset híbrido instalado

Fuente: Elaborado por autor

4.4 RECOLECCIÓN, SELECCIÓN Y PRUEBAS DE ELEMENTOS DE PROTECCIÓN A UTILIZAR EN GABINETE ELÉCTRICO PERTENECIENTE A NUEVO PROYECTO DE LAVADO DE VERDE

4.4.1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

En la empresa se aprobó un nuevo proyecto de lavado de verde por lo que se inició el diseño y ensamble de un gabinete eléctrico el cual debe controlar todo sistema correspondiente a la nueva línea, este gabinete eléctrico contara con todos los equipos de protección para los equipos y motores por lo que se debe concretar la recolección, selección y prueba de diferentes protectores térmicos, contactores y guardamotores en estado inactivo en la empresa con motivo de evitar gastos innecesarios en equipos que podrían operar perfectamente en el gabinete eléctrico.

4.4.2 DESARROLLO DEL PROYECTO

El proceso de recolección de los diferentes componentes en primer lugar comenzó mediante una reunión con los jefes encargados del proyecto en cual se plantea el ahorro monetario en cuanto a la utilización de diferentes componentes de protección de equipos como son guardamotores, protectores térmicos y contactores que no están siendo utilizados y que puedan formar parte del sistema conociendo los diferentes valores técnicos de los equipos a los cuales estos estarán conectados directamente.

Para su recolección se desmontaron una gran cantidad de gabinetes eléctricos que se encontraban en estado inactivo en la bodega de la empresa, como se puede observar en las ilustraciones 20 y 21.



Ilustración 20. Recolección de equipos de protección parte 1

Fuente: Elaborado por autor



Ilustración 21. Recolección de equipos de protección parte 2

Fuente: Elaborado por autor

Como siguiente punto se debería obtener una lista completa de los diferentes equipos, motores o motorreductores correspondientes a la nueva línea de lavado para poder lograr una selección adecuada de los componentes evitando así fallos de cálculos que podrían causar accidentes o fallas operativas en el sistema.

Posteriormente de haber seleccionado los elementos se procedió a corroborar que estos elementos sean funcionales, debido a esto se han realizado pruebas en motores como se puede observar en la ilustración 22 utilizando ya sea voltajes 480, 220 o 110 voltios y de esta manera aceptar o no un elemento, si el elemento era descartado se realizó un mantenimiento para poder corroborar totalmente que el equipo de protección no puede ser utilizado de ninguna manera dentro del sistema.



Ilustración 22. Pruebas en equipos de protección

Fuente: Elaborado por autor

4.5 LIMPIEZA, INSTALACIÓN Y CABLEADO ELÉCTRICO DE SECCIÓN DE CONTROL DE GABINETE ELÉCTRICO PARA NUEVA LÍNEA DE LAVADO

4.5.1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

La nueva línea de lavado cuenta con un gabinete eléctrico el cual deberá estar distribuido en dos partes importantes, en este caso la sección de potencia y control, en este caso se realizó la limpieza, instalación y cableado eléctrico de los diferentes componentes eléctricos que compondrán la sección de control de toda la línea de lavado para el control de distintos motores y variadores de velocidad.

4.5.2 DESARROLLO DEL PROYECTO

Como primer punto en el proceso de limpieza del gabinete eléctrico para la nueva línea de lavado se procedió al desmontaje de los diferentes equipos que estaban dentro del gabinete como se puede observar en la ilustración 23 debido a que el gabinete es recuperado de reciclaje la función que ejercía no es la misma que se requiere en el nuevo proceso.



Ilustración 23. Gabinete eléctrico antes de desmontaje y limpieza

Fuente: Elaborado por autor

Una vez desmontados los diferentes equipos se procedió a realizar una limpieza del panel con agua y detergente para eliminar las diferentes manchas por oxido y todo el polvo que se había acumulado.

Una vez realizado todo el proceso de limpieza se procedió a la instalación de los diferentes componentes dentro del gabinete en la sección de control, en esta área se ubicaron elementos como un transformador de 480V a 220V/110V con sus debidas protecciones, de la misma manera se añadieron dos PLC dentro de la sección uno para mantener un control de los diferentes sistemas y otro para mantener un control de seguridad en cada uno de los equipos que estarán siendo controlados dentro del sistema.

Dentro de esta sección se ubicaron diferentes protectores térmicos, contactores y guardamotores con los cuales se protegerá los diferentes motores y variadores que controlaran la mayoría de los procesos dentro de la línea de lavado.

Una vez instalados estos componentes se procedió a cablear cada uno de los componentes de protección, de la misma manera se procedió a etiquetar cada una de las líneas que se utilizaran dentro del sistema trifásico línea uno con un distintivo rojo, línea dos con un distintivo azul y línea tres con un distintivo amarillo de esta manera se facilitara el cableado y se podrá mantener un orden del sistema como se puede observar en la ilustración 24



Ilustración 24. líneas utilizadas para cableado de componentes

Fuente: Elaborado por autor

Cabe mencionar que muchos de los componentes no se instalaron debido a la falta de la compra de estos. En la siguiente ilustración 25 se puede observar la instalación y cableado de los diferentes componentes disponibles para la sección de control del gabinete eléctrico.



Ilustración 25. Desarrollo de montaje y cableado de componentes en sección de control de gabinete eléctrico de nueva línea de lavado

Fuente: Elaborado por autor

4.6 PROGRAMACIÓN DE PLC DEDICADOS A LA SEGURIDAD DEL SISTEMA DE LA NUEVA LÍNEA DE LAVADO

4.6.1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

La nueva línea de lavado de verde consta de 13 circuitos individuales dentro del gabinete eléctrico por lo que la protección individual de cada uno es de vital importancia para el correcto funcionamiento de la línea debido a esto se realizó la programación de los PLC con el motivo de proteger cada uno de los circuitos y en caso uno de estos sistemas falle todo el sistema se detenga automáticamente.

4.6.2 DESARROLLO DEL PROYECTO

Para la protección y señalización de fallas dentro del sistema se han programado dos PLC dentro de la sección de control uno en el cual será el responsable de detener todo el sistema en caso ocurra una falla dentro del sistema de potencia, así como dentro del sistema de control.

En primer lugar, para el primer sistema de seguridad se utilizó un PLC LOGO el cual se puede observar en la ilustración 26 se realizó la programación dividiendo todo el sistema en cuatro grupos, dos sistemas de potencia y dos de control que en caso de que ocurra una falla se detendrá toda la línea y señalizara que el grupo en cuestión ha fallado y que es necesario un mantenimiento de esta manera facilitando el trabajo del operario y del equipo de mantenimiento.



Ilustración 26. PLC Logo utilizado para protección

Fuente: (Sigmatech, 2019)

Por otra parte, para una mayor precisión se ha dedicado un PLC Micrologix 1000 que se puede observar en la ilustración 27 ha sido programado para poder detectar una falla individual en cada uno de los 13 circuitos en caso de que cause una falla mandando una señal a una luz piloto que mediante un parpadeo le indicara al operario que el circuito correspondiente a esa luz ha fallado y que es necesario un mantenimiento dentro del mismo.



Ilustración 27. PLC Micrologix 1000

Fuente: Elaborado por autor

4.7 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Tabla 1. Cronograma de Actividades

Cronograma	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6	Semana 7	Semana 9
Proyecto 4.1	■	■	■	■				
Proyecto 4.2				■	■			
Proyecto 4.3					■	■		
Proyecto 4.4						■	■	
Proyecto 4.5							■	■
Proyecto 4.6								■

Fuente: Elaborado por autor

V. CONCLUSIONES

- Se logró participar, apoyar y desarrollar en dos diferentes proyectos con el departamento de mantenimiento industrial en la empresa.
- Se apoyó al departamento de mantenimiento en el desarrollo del nuevo proyecto de recuperación de fino PET en todo su montaje hasta su inicio de operación.
- Se logró apoyar en el desarrollo inicial del sector de control del gabinete eléctrico pertinente del proyecto de la nueva línea de lavado de verde dentro de la empresa.
- se realizó el apoyo pertinente en la instalación y desarrollo de gabinetes eléctricos pertinentes para cada uno de los proyectos dentro de la empresa.
- Se desarrollaron programaciones de función específica para diferentes PLC de distintas marcas en los diferentes proyectos de la empresa.
- Se brindó apoyo en el seguimiento de mantenimiento industrial en diferentes fallas que se produjeron dentro de la empresa para su posterior corrección.

VI. RECOMENDACIONES

- Asesorarse meticulosamente de todas las medidas necesarias de seguridad en la manipulación e implementación de equipos eléctricos.
- Solicitar el desarrollo de un plan de trabajo al inicio de la práctica para evitar inactividad durante la estancia en la práctica profesional.
- Tener una comunicación fluida con todos los jefes y operadores dentro de la empresa para obtener un conocimiento de cómo se trabaja dentro de la empresa y del proceso de fabricación de cable eléctrico y desarrollo de proyectos dentro del departamento asignado.

BIBLIOGRAFÍA

1. Abella, B. M. (2012). *Mantenimiento Industrial*. Madrid: Universidad Carlos III de Madrid.
2. Aldakin. (2017). *Aldakin*. Obtenido de Tipos de Mantenimiento Industrial. Ventajas e Inconvenientes de cada uno: <http://www.aldakin.com/tipos-de-mantenimiento-industrial-ventajas-inconvenientes/>
3. Arribas, A. (20 de Julio de 2018). *Arribas Mantenimiento*. Obtenido de <https://arribasmantenimiento.es/beneficios-del-mantenimiento-industrial/>
4. Cable, T. (2019). *Características de las instalaciones eléctricas industriales*. Obtenido de <https://www.topcable.com/sites/es-co/caracteristicas-de-las-instalaciones-electricas-industriales/>
5. Calle, J. (2018). *BSG Institute*. Obtenido de ¿Qué es Mantenimiento Preventivo?: <https://bsginstitute.com/bs-campus/blog/que-es-mantenimiento-preventivo-1133>
6. CONSOLIDATED. (2020). *Electrical Cable Information*. Obtenido de <https://www.conwire.com/products/electronic-wire-cable/multi-conductor-cable/electrical-cable-information/>
7. Construmatica. (2013). *Instalaciones Eléctricas de Baja Tensión*. Obtenido de https://www.construmatica.com/construpedia/Instalaciones_El%C3%A9ctricas_de_Baja_Tensi%C3%B3n
8. Dielectric. (2018). *Tipos de cables eléctricos y sus características*. Obtenido de <http://dielectric.es/tipos-de-cables-electricos-y-sus-caracteristicas/>
9. ELAND CABLES. (2020). *How do electrical cables work?* Obtenido de <https://www.elandcables.com/the-cable-lab/faqs/faq-how-do-electrical-cables-work>
10. Energyavm. (6 de Septiembre de 2018). *Qué tipos de instalaciones eléctricas existen*. Obtenido de <https://www.energyavm.es/que-tipos-de-instalaciones-electricas-existen/>

11. Garrido, S. G. (2010). *La Contratacion del Mantenimiento Industrial*. Madrid: Diaz De Santos.
12. Lamb, F. (2013). *Industrial Automation Hands-On*. New York: McGraw-Hill Education.
13. Leblanc, R. (10 de Octubre de 2018). Obtenido de <https://www.thebalancesmb.com/plastic-recycling-facts-and-figures-2877886>
14. Leblanc, R. (25 de Junio de 2019). *An Overview of Plastic Recycling*. Obtenido de <https://www.thebalancesmb.com/an-overview-of-plastic-recycling-4018761>
15. Masvoltaje. (27 de Abril de 2016). *Tipos de conductores eléctricos*. Obtenido de <https://masvoltaje.com/blog/tipos-de-cables-electricos-que-existen-n12>
16. Mavems. (2017). *Electromecanica Industial Mavems*. Obtenido de Instalaciones Electricas Industriales: <https://www.mavems.com/instalaciones-electricas-industriales/>
17. plasticos. (30 de Mayo de 2011). *Proceso de reciclaje del PET*. Obtenido de <https://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com/2011/05/proceso-de-reciclaje-del-pet.html>
18. plasticos, T. d. (30 de Mayo de 2011). *Proceso de reciclado de PET*. Obtenido de <https://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com/2011/05/proceso-de-reciclaje-del-pet.html>
19. RAE. (2019). Obtenido de <https://dle.rae.es/electrotecnia>
20. RAE. (2019). Obtenido de https://dle.rae.es/mecanizaci%C3%B3n?m=30_2
21. RAE. (2019). Obtenido de <https://dle.rae.es/trefilar#aYfvPKG>
22. RAE. (2019). Obtenido de <https://dle.rae.es/tensi%C3%B3n>
23. RAE. (2019). *Termoelectrica*. Obtenido de https://dle.rae.es/termoel%C3%A9ctrico?m=30_2
24. ReporteDigital. (5 de Marzo de 2019). *¿Cómo funciona el controlador lógico programable PLC?* Obtenido de <https://reportedigital.com/iot/controlador-logico-programable-plc/>

25. Schroeder, T. (23 de Octubre de 2017). *Excellence Blog*. Obtenido de Los beneficios del mantenimiento predictivo: <https://blog.softexpert.com/es/los-beneficios-del-mantenimiento-predictivo/>
26. Serlingo. (2013). *Serlingo Facility Management Services*. Obtenido de <https://www.serlingo.es/mantenimiento-correctivo-madrid/>
27. Serycoin, R. (23 de Mayo de 2017). *Serycoin Servicios y Desarrollos Industriales*. Obtenido de <http://serycoin.com/2017/05/la-importancia-del-mantenimiento-industrial/>
28. Tarifasdeluz. (2018). *Tipos de instalaciones eléctricas por su tensión*. Obtenido de <https://www.tarifasdeluz.com/faqs/tipos-de-instalaciones-electricas/#Instalaci%C3%B3n%20el%C3%A9ctrica%20de%20media%20tensi%C3%B3n>
29. World, D. (26 de Abril de 2016). *How an Electrical Cable Is Made*. Obtenido de <https://www.designworldonline.com/how-an-electrical-cable-is-made/>