



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA FACULTAD**

**DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**PRÁCTICA PROFESIONAL**

**AUTOMATIZACIÓN EN PLANTA DE PRODUCCIÓN EN AGRECASA**

**RYD INDUSTRIAL**

**PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO INGENIERO EN MECATRÓNICA**

**PRESENTADO POR:**

**20751102**

**DANIERI ASael PAZ MARTÍNEZ**

**ASESOR: ING. ALBERTO MAX CARRASCO**

**CAMPUS SAN PEDRO SULA**

**AGOSTO 2019**

## **DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTOS**

**A Dios:** Por haberme concedido la sabiduría solicitada a través de las oraciones de mi Madre y las propias, la misma que me está permitiendo culminar mis estudios universitarios de manera exitosa.

**A mamá:** Por ser mi motor de vida y la mayor motivación que poseo, motivación que me ha acompañado en este largo proceso, ella que con sus muestras de cariño y comprensión hizo que los momentos más frustrantes y amargos fuesen más fáciles de asimilar, sin el apoyo que me brindó a lo largo de estos años de estudio, no hubiésemos logrado la culminación de esto proyecto, éxito que también es de ella.

**A mi madrina y su hija:** Por el apoyo que trasladaron hacia mi persona y este proceso, inclusive estando tan lejos de estas fronteras.

**A mis amigos:** Algunos más que amigos, se convirtieron en hermanos, algunos en socios de negocio, fueron muchos los buenos y malos momentos vividos dentro de nuestros proyectos, gracias a dichas vivencias es que fortalecimos nuestras relaciones.

**A UNITEC:** Por haberme brindado el conocimiento necesario para desarrollarme como profesional en cualquier ámbito correspondiente a mi campo.

## RESUMEN EJECUTIVO

La automatización es indispensable en cualquier planta de producción hoy en día, debido a que agiliza los diferentes procesos que conllevan a la obtención de un producto final, por lo cual es de vital importancia en la mejora continua de las empresas, la automatización nos brinda bondades tales como: control, supervisión, recolección de datos y distintos tipos de instrumentación y medición en cualquier proceso de producción que lo demande, RYD industrial es un empresa totalmente hondureña que en su área de proyectos especializados se encargan del desarrollo, integración e implementación de todos estos tipos de proyectos a sus recurrentes clientes, tales como: GILDAN, RLA Manufacturing, ALIANZA Agrecasa, último en donde se está desarrollando la migración de todos los componentes de automatización de la marca Allen Bradley ( trabajo que lo desarrolló una empresa Francesa) a Phoenix Contact ( Marca de la cual RYD es distribuidor oficial en Honduras), dado que el desarrollo del software lo realizó esta compañía extranjera, no se ha podido modificar el SCADA de la mano del inevitable crecimiento de la planta de producción debido a que el software no permite modificaciones *"planta que produce varios de tipos productos finales, dentro de los cuales destaca arena y grava"*, establecido este precedente se determinó realizar el cambio de los PLC y los gabinetes de comunicación a la marca Phoenix contact y bajo el soporte de la empresa RYD Industrial para que en el futuro, cualquier crecimiento de la planta pueda ser trasladado al control y supervisión del actual SCADA.

Estos tipos de proyectos nos ayudan a minimizar los tiempos de producción lo cual se transforma en un incremento en la utilidad neta de la empresa, por lo cual el retorno de la inversión de este tipo de proyectos es significativamente bajo.

## **ABSTRACT**

Automation is essential in any production plant today, because it speeds up the different processes that lead to the obtaining of a final product, which is why it is of vital importance in the continuous improvement of companies, automation gives us benefits such as: control, supervision, data collection and different types of instrumentation and measurement in any production process that requires it, RYD Industrial is a fully Honduran company that in its area of specialized projects are responsible for the development, integration and implementation of all these types of projects to their recurring clients, such as: GILDAN, RLA Manufacturing, ALIANZA Agrecasa, the last one where the migration of all the automation components of the Allen Bradley brand (work developed by a French company) to Phoenix is being developed Contact (Brand of which RYD is an official distributor in Honduras), since the development Software was made by this foreign company, it has not been possible to modify the SCADA from the inevitable growth of the production plant because the software does not allow modifications "plant that produces several types of final products, among which it stands out sand and gravel ", established this precedent, it was determined to change the PLCs and the communication cabinets to the Phoenix contact brand and under the support of the RYD Industrial company so that in the future, any growth of the plant could be transferred to the control and supervision of the current SCADA.

These types of projects help us to minimize production times, which translates into an increase in the net profit of the company, for which the return on investment of this type of project is significantly low.

# ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>11</b>
<b>II. GENERALIDADES DE LA EMPRESA .....</b>	<b>12</b>
2.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA.....	12
2.1.1 MISIÓN .....	12
2.1.2 VISIÓN.....	13
2.2 DESCRIPCIÓN DEL DEPARTAMENTO.....	13
2.3 OBJETIVOS .....	13
2.3.1 OBJETIVO GENERAL .....	13
2.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	13
<b>III. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>14</b>
3.1 CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE (PLC) .....	14
3.1.1 ENTRADAS DIGITALES .....	15
3.1.2 SALIDAS DIGITALES .....	15
3.2 PROGRAMACIÓN .....	16
3.2.1 TIPOS DE LENGUAJES DE PROGRAMACIÓN.....	17
3.2.1.1 DIAGRAMA DE BLOQUES.....	17
3.3 REDES INDUSTRIALES .....	18

3.3.1 MEDIO FÍSICO DE TRANSMISIÓN.....	18
3.3.2 REDES DE COMUNICACIÓN LAN.....	19
3.3.2.1 TOPOLOGÍAS DE RED.....	19
3.4 PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN.....	19
3.5 MEDIOS DE TRANSMISIÓN.....	21
3.5.1 CANALIZACIONES.....	24
3.6 CONTROL DE SUPERVISIÓN Y ADQUISICIÓN DE DATOS.....	27
3.6.1 FUNCIONES Y REQUISITOS.....	28
<b>IV. METODOLOGÍA.....</b>	<b>30</b>
4.1.1 VARIABLES DEPENDIENTES.....	30
4.1.2 VARIABLES INDEPENDIENTES.....	30
4.2 MÉTODO Y ENFOQUE.....	31
4.2.1 ENFOQUE CUALITATIVO.....	31
4.2.2 ENFOQUE CUANTITATIVO.....	32
4.2.3 ACTIVIDADES CRÍTICAS.....	32
4.3 FUENTES DE INFORMACIÓN.....	32
4.4 CRONOGRAMA.....	33
<b>V. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DESARROLLADO.....</b>	<b>34</b>
<b>VI. CONCLUSIONES.....</b>	<b>35</b>

<b>VII. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>36</b>
<b>VIII. BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>37</b>
<b>IX. ANEXOS .....</b>	<b>39</b>

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

ILUSTRACIÓN 1. LOGO RYD INDUSTRIAL.....	12
ILUSTRACIÓN 2. PLC AXC 1050 PHOENIX CONTACT.....	14
ILUSTRACIÓN 3. PLC PHOENIX CONTACT CON MÓDULOS DE E/S DIGITALES Y ANÁLOGAS .....	15
ILUSTRACIÓN 4. PROGRAMA PARA CONTROL DE NIVEL EN LENGUAJE DE BLOQUES .....	17
ILUSTRACIÓN 5. TIPOLOGÍA ESTRELLA.....	19
ILUSTRACIÓN 6. TIPOLOGÍA ANILLO.....	19
ILUSTRACIÓN 7. TOPOLOGÍA BUS.....	19
ILUSTRACIÓN 8. FIBRAS ÓPTICAS .....	22
ILUSTRACIÓN 10. CABLE UTP .....	23
ILUSTRACIÓN 11. BANDEJA PORTA CABLE DE 8"x2"x10' .....	25
ILUSTRACIÓN 12. INSTALACIÓN DE RAMIFICACIÓN DE TUBERÍA RMC EN BANDEJA PORTA CABLE EXISTENTE. ....	25
ILUSTRACIÓN 13. SOPORTE PARA TUBERÍA, RIEL STRUT DEL BAJO .....	26
ILUSTRACIÓN 14. ABRAZADERA STRUT DE $\frac{3}{4} \varnothing$ .....	26

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. CATEGORÍAS DE CABLE UTP.....	23
---------------------------------------	----

## **GLOSARIO**

**Automatización:** es un sistema donde se transfieren tareas de producción, realizadas habitualmente por operadores humanos a un conjunto de elementos tecnológicos.

**Software:** es un conjunto de programas, instrucciones y reglas informáticas que permiten ejecutar distintas tareas en una computadora.

**SCADA:** es un acrónimo para su significado en inglés Supervisory Control And Data Acquisition (Supervisión, Control y Adquisición de Datos), es un sistema para ordenadores que permite controlar y supervisar procesos industriales a distancia.

**PLC:** un Control Lógico Programable o como es conocido por sus siglas en inglés PLC (Programmable Logic Controller) es una computadora utilizada en la ingeniería para la VII automatización industrial, permitiendo tener control sobre procesos electromecánicos, maquinaria de fábrica en líneas de montajes, entre otros.

**Actuador:** es un dispositivo inherentemente mecánico cuya función es proporcionar fuerza para mover o actuar otro dispositivo mecánico.

**Conmutación:** Cambio de circuito de una corriente eléctrica; en general, acción de abrir, cerrar o dirigir un circuito eléctrico.

**Protocolo:** Conjunto de reglas que se establecen en el proceso de comunicación entre dos sistemas.

**Sensor:** Dispositivo que detecta una determinada acción externa, temperatura, presión, etc., y la transmite adecuadamente.

**SCADA:** Sistema de monitoreo para entornos industriales.

## I. INTRODUCCIÓN

Zacarías Torres Hernández y Helí Torres Martínez (2014) afirman lo siguiente:

Un proyecto es toda idea que se tiene en el presente con miras a que se materialice en el futuro, mediando entre el presente y el futuro o logro del proyecto, un proceso con pasos específicos, que procure la consecución del resultado deseado. (p,13)

El proyecto documentado a continuación se implementará en AGRECASA, ubicada en la salida de Puerto Cortés, Honduras.

La automatización de los sistemas de producción son parte fundamental en el sector industrial, debido a su flexibilidad son utilizados para la supervisión y control de los diferentes procesos de producción, esta información es recopilada y procesada para tomar decisiones en cuanto a la mejora continua de la planta.

El proyecto consiste en el reemplazo de todos los equipos de control PLC y sus diferentes módulos de entradas y salidas análogas y digitales de la marca Allen Bradley y la lógica desarrollada en el software alemán RSLogix 5000 a la marca Phoenix contact, así como la decodificación de la lógica desarrollada en el software de Allen Bradley y su nueva implementación al software de desarrollo de Phoenix Contact PC WORX, así mismo se desarrollará un nuevo SCADA que cumpla con todos los requerimientos del cliente y de la planta.

Todas las actividades correspondientes al desarrollo de este proyecto (el cual está aún en ejecución) son realizados bajo la supervisión y apoyo de los integrantes del departamento de proyectos especializados de RYD Industrial, bajo tiempo y forma establecidas por el superior encargado de la supervisión del departamento.

## II. GENERALIDADES DE LA EMPRESA

A continuación, se presentarán generalidades de la empresa R y D Industrial, como ser una descripción general de la empresa, misión, visión, entre otros.

### 2.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

R y D Industrial es una empresa fundada en el 2003 que ofrece soluciones en automatización, instrumentación y control. Esta empresa contratista ha logrado posicionarse entre los mejores en el mercado hondureño ofreciendo no solo productos de marcas de prestigio mundial en el área eléctrica y mecánica sino también servicio de la mas alta calidad que cumple las expectativas y demandas del mercado.



**Ilustración 1. Logo RyD Industrial**

Fuente: Página oficial R y D Industrial

Para realizar los proyectos de la mejor manera, R y D Industrial trabaja con productos de alta calidad. Esta empresa cuenta con la representación oficial de productos Phoenix Contact en el país, la cual es una marca alemana muy reconocida mundialmente. Otras marcas que R y D maneja son: WEG, válvulas Bray, Krohne, ifm, Metaltex, Unitronics, ABB, Schubert & Salzer, entre otras.

#### 2.1.1 MISIÓN

Es poder brindar al cliente soluciones definitivas y el mejor servicio, poniendo en sus manos la más alta calidad y el avance tecnológico que se encuentran en los productos de prestigio que nosotros manejamos con mucho orgullo y el conocimiento de nuestro personal que es constantemente capacitado en el exterior para mantenernos como una empresa actualizada y siempre a la vanguardia.

### **2.1.2 VISIÓN**

Es ser los mejores en el campo de la Automatización, Instrumentación y Control, y con esto poder ser parte en el desarrollo de nuestro querido país Honduras, que necesita hondureños comprometidos, que den su empeño al máximo y todo esto basado en Dios y los valores morales que deben ser el pilar de toda empresa que desea ser exitosa.

### **2.2 DESCRIPCIÓN DEL DEPARTAMENTO**

La práctica profesional se realiza en el Departamento de Proyectos Especiales de la empresa R y D Industrial. El departamento está compuesto por tres Ingenieros en Mecatrónica y dos Ingenieros Electrónica. Dicho departamento lleva a cabo toda la parte de integración de todo proyecto que la empresa realiza, por lo que el trabajo es muy variado. Se realizan actividades tales como: levantamiento de proyectos, programación en diferentes plataformas, diseño de piezas, diseño y programación de SCADAs y diseño de HMIs. Este departamento también se supervisa la instalación de todas las partes de un proyecto (como por ejemplo PLCs, sensores, medidores y pantallas).

### **2.3 OBJETIVOS**

“Comportamiento esperado en el alumno como consecuencia de determinadas actividades docentes y discentes, comportamiento que debe ser susceptible de observación y evaluación” (Rodríguez Diéguez, 2007, p. 221).

#### **2.3.1 OBJETIVO GENERAL**

- Generar una cronología de actividades desarrolladas de las diferentes asignaciones adjudicadas en el proceso de la práctica profesional.

#### **2.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Interpretación de lógica desarrollada en software RSLogix5000
- Desarrollo de diseño para pantallas de SCADA.

### III. MARCO TEÓRICO

#### 3.1 CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE (PLC)

EL controlador lógico programable o PLC es el dispositivo programable mas utilizando en la industrial debido a capacidad para procesar y ejecutar tareas complejas de mando y control de todos los diferentes procesos programables en el mismo, el PCL es el dispositivo principal en conjunto de los módulos de entradas, salidas análogas y digitales, es el encargado de procesar las señales enviadas de los sensores y mediante de sus salidas ejecutar las acciones correspondientes a través de los actuadores existentes en el sistema.

Daneri (2008) afirma:

Un PLC permite controlar un proceso o realizar una secuencia de acciones de manera automática a partir de un programa definido por el usuario. Esto lo realiza ejecutando en forma cíclica una secuencia de instrucciones que, a partir de la información que llega a sus entradas desde los sensores, deciden cuándo conmutar sus salidas, donde se encuentran conectados los actuadores. En este capítulo se describirán las partes que componen un PLC y sus principales características. Por otra parte, se analizará la forma cómo un PLC ejecuta la lógica escrita por el usuario y las rutinas de verificación internas. (p. 89)



**Ilustración 2. PLC AXC 1050 Phoenix Contact**

Fuente: (Página Oficial Phoenix Contact)

### 3.1.1 ENTRADAS DIGITALES

La unidad de entradas proporciona el aislamiento eléctrico necesario del entorno y adecua el voltaje de las señales eléctricas que recibe el PLC que provienen de los interruptores de los contactos. Las señales se ajustan a los niveles de voltaje que marca la Unidad Lógica.

La información recibida en él es enviada a la CPU para ser procesada de acuerdo la programación residente.

Los módulos de entrada transforman las señales de entrada a niveles permitidos por la CPU. Mediante el uso de un acoplador óptico, los módulos de entrada aíslan eléctricamente el interior de los circuitos, protegiéndolo contra tensiones peligrosamente altas, los ruidos eléctricos y señales parásitas. Finalmente, filtran las señales procedentes de los diferentes sensores ubicados en las máquinas.

### 3.1.2 SALIDAS DIGITALES

Esta unidad acepta las señales lógicas provenientes de la Unidad Lógica y proporciona el aislamiento eléctrico a los interruptores de contactos que se conectan con el entorno. Los dispositivos de salida son aquellos que responden a las señales que reciben del PLC, cambiando o modificando su entorno.

Daneri (2008) indica que:

Los PLC disponen de un conjunto de entradas y salidas. Las entradas reciben las señales provenientes de los dispositivos de campo, tales como sensores e interruptores, mientras que las salidas accionan los motores, válvulas u otros aparatos que generan cambios energéticos en el proceso. (p.34)



**Ilustración 3. PLC Phoenix Contact con Módulos de E/S digitales y analógicas**

### **3.2 PROGRAMACIÓN**

Al igual como los PLCs se han desarrollado y expandido, los lenguajes de programación también se han desarrollado con ellos. Los lenguajes de hoy en día tienen nuevas y más versátiles instrucciones y con mayor poder de computación. Por ejemplo, los PLCs pueden transferir bloques de datos de una localización de memoria a otra, mientras al mismo tiempo llevan a cabo operaciones lógicas y matemáticas en otro bloque.

Como resultado de estas nuevas y expandidas instrucciones, los programas de control pueden ahora manejar datos más fácilmente. Adicionalmente a las nuevas instrucciones de programación, el desarrollo de nuevos módulos de entradas y salidas también ha obligado a cambiar las instrucciones existentes.

Los programas de aplicación que crean los usuarios están orientados a ejecutar, a través del controlador, tareas de automatización y control. Para ello, el usuario escribe el programa en el lenguaje de programación que mejor se adapte a su trabajo y con el que sienta poseer un mejor dominio. En este punto es importante señalar, que algunos fabricantes no ofrecen todas las formas de representación de lenguajes de programación, por lo que el usuario deberá adaptarse a la representación disponible.

Se puede definir un programa como un conjunto de instrucciones, órdenes y símbolos reconocibles por el PLC, a través de su unidad de programación, que le permiten ejecutar una secuencia de control deseada. El Lenguaje de Programación en cambio, permite al usuario ingresar un programa de control en la memoria del PLC, usando una sintaxis establecida. Rodríguez, A. (2007).

### 3.2.1 TIPOS DE LENGUAJES DE PROGRAMACIÓN

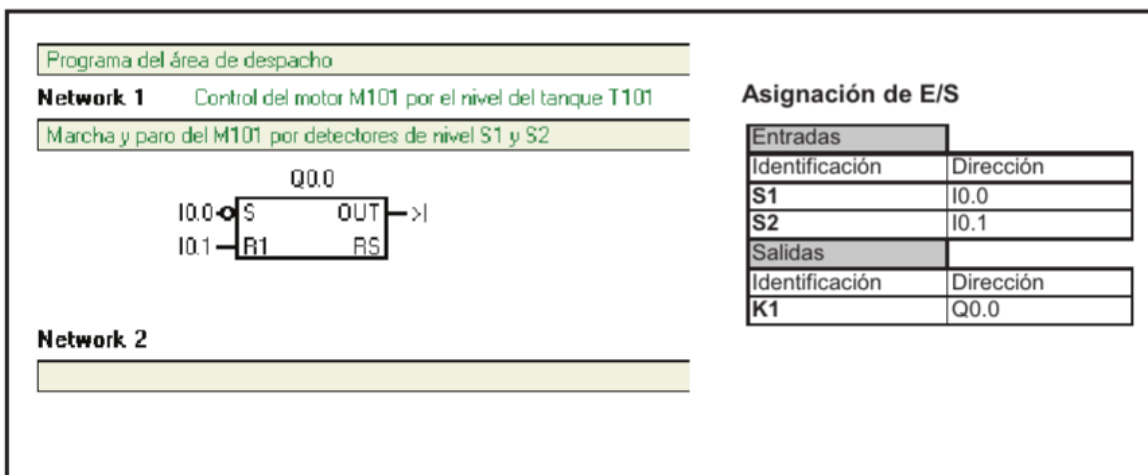
En la actualidad cada fabricante diseña su propio software de programación, lo que significa que existe una gran variedad comparable con la cantidad de PLCs que hay en el mercado. No obstante, actualmente existen tres tipos de lenguajes de programación de PLCs como los más difundidos a nivel mundial; estos son:

- Lenguaje de contactos o Ladder
- Lenguaje Booleano (Lista de instrucciones)
- Diagrama de Bloques

En el caso particular de nuestro proyecto en Agrecasa se utilizará una programación en bloque en el software PC WORX de Contact Phoenix para la creación de toda la lógica secuencial de todos los procesos que conlleva la obtención del producto final.

#### 3.2.1.1 DIAGRAMA DE BLOQUES

Function block diagram (FBD) es un lenguaje gráfico que describe una función entre las variables de entrada y variables de salida, como un conjunto de bloques elementales, que están



**Ilustración 4. Programa para Control de Nivel en Lenguaje de Bloques**

Fuente: (Daneri, 2008)

### **3.3 REDES INDUSTRIALES**

Las comunicaciones o redes industriales son un factor importante para la industria. Las redes industriales nos permiten obtener datos o información en tiempo real desde distancias establecidas, dependiente del protocolo de comunicación utilizado. Las redes industriales han sido de suma importancia a la hora de realizar nuestras integraciones automatizadas debido a que nos han brindado las condiciones idóneas para las buenas prácticas de adquisición de datos.

#### **3.3.1 MEDIO FÍSICO DE TRANSMISIÓN**

Para que exista transmisión de datos es necesario contar con un medio físico por el cual se transmitan los mismos. "A la hora de conseguir un intercambio de información entre dos equipos, se necesita un medio de transporte para la energía que contendrá esta información" (Rodríguez Penin, 2007, p. 4). Existen muchos tipos diferentes de medios de transporte, pero se pueden clasificar en dos categorías: medios guiados y medios no guiados.

Los medios guiados son los que constan de un medio físicamente visible y tangible como lo es el cable eléctrico (cobre) y la fibra óptica. Cada uno presenta diferentes ventajas, pero a grandes rasgos puede decirse que el cable eléctrico es más barato, sin embargo, puede sufrir de interferencias y tiene limitaciones de distancia. El medio no guiado, por otro lado, no utiliza ningún medio físico o tangible para la transmisión y recepción de datos. Solamente se utiliza el aire como medio de transmisión. Algunos ejemplos de esto son microondas, satélite y radioenlace.

### **3.3.2 REDES DE COMUNICACIÓN LAN**

Una red de Área Local o LAN (Local Area Network) son redes de propiedad privada que operan dentro de un solo edificio, como es en nuestro caso, una planta de producción. El propósito de esta red es que los usuarios puedan compartir recursos como sistemas, datos, dispositivos. Cada computadora se comunica con un conmutador que redirige los paquetes entre los computadores cableadas a la red de datos.

Domingo (2013) afirma que:

Una red de área local se distingue de otros tipos de redes de datos en que las comunicaciones están normalmente confinadas a un área geográfica limitada tal como un edificio de oficinas, un almacén o un campus, utilizando un canal de comunicación de velocidad moderada o alta y una tasa de error baja. (p,12)

#### **3.3.2.1 TOPOLOGÍAS DE RED**

### **3.4 PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN**

Uno de los protocolos más utilizados en la industria por su fácil uso, poco desarrollo y de uso público es el protocolo Modbus. Este fue desarrollado en 1979 por Modicon para su gama de PLCs. Ahora se ha convertido en el estándar para la comunicación en la industria. Los dispositivos Modbus se comunican usando una técnica de maestro-esclavo en la que solamente un dispositivo, el maestro, puede inicializar una transacción. Los esclavos solamente responden y ya sea proveen los datos requeridos por el maestro o toman una acción en base a lo que el maestro indique. Un esclavo se define como un dispositivo como un transductor o una válvula el cual procesa la información y la envía al maestro utilizando Modbus. La comunicación en ambas vías para operación remota es una de las ventajas del protocolo.

Existen dos tipos de Modbus: RTU y TCP/IP. Modbus define como se estructuran los datos para transmisión, pero RTU y TCP/IP encapsulan los datos estructurados para métodos específicos de transmisión.

Modbus RTU es una red de dispositivos de campo que utilizan comunicación serial como

RS485 que se utilizó ampliamente durante el desarrollo de la práctica. RTU es muy popular en redes de control industrial ya que ha sido utilizada por mucho tiempo. Existe mucho hardware y software que soporta este protocolo. (Alonso et al., 2017)

Modbus TCP/IP es muy similar a Modbus RTU. Es mas, muchas veces se dice que es precisamente lo mismo solo que se utiliza la interfaz TCP en una red Ethernet. Fue introducido por Schneider Automation como una variante de la familia de protocolos Modbus, ampliamente usada para la supervisión y el control de equipo de automatización. Específicamente el protocolo define el uso de mensajes Modbus en un entorno intranet o internet usando los protocolos TCP/IP.

La especificación Modbus TCP/IP define un estándar interoperable en el campo de la automatización industrial, el cual es simple de implementar para cualquier dispositivo que soporte sockets TCP/IP. Todas las solicitudes son enviadas vía TCP sobre el puerto registrado 502 y normalmente usando comunicación half-duplex sobre una conexión dada. Es decir, no hay beneficio en enviar solicitudes adicionales sobre una conexión única mientras una respuesta está pendiente. La Ilustración 12 muestra una red con la combinación de Modbus RTU y TCP/IP.

### 3.5 MEDIOS DE TRANSMISIÓN.

El medio de transmisión constituye el canal físico guiado el cual permite el envío y recepción de datos entre dos o más dispositivos.

Domingo (2013), concuerda en que:

El medio de transmisión es el soporte físico que facilita el transporte de la información y supone una parte fundamental en la comunicación de datos. La calidad de la transmisión dependerá de sus características físicas, mecánicas, eléctricas, etc. El transporte, según hemos visto, puede ser mecánico, eléctrico, óptico, electromagnético, etc. El medio debe ser adecuado para la transmisión de la señal física con objeto de producir la conexión y la comunicación entre dos dispositivos. (p, 32).

Estos tienen características distintivas que facilitan la comunicación de datos como ser el trenzado entre pares, de modo que la sumatoria de los campos electromagnéticos generados por la circulación de la corriente en un conductor sea mucho menor.

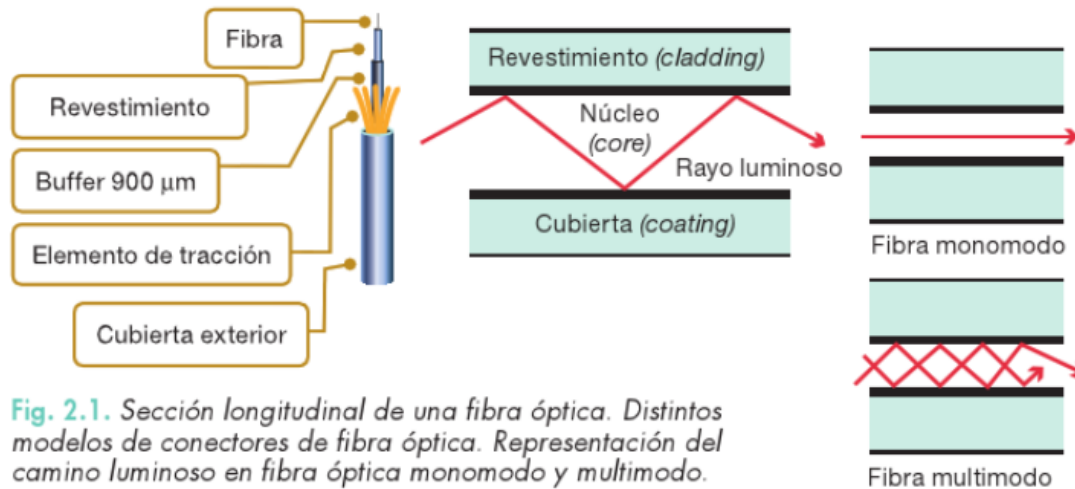
Los medios de transmisión guiados más utilizados son:

- FIBRA ÓPTICA

La fibra óptica es un medio de transmisión empleado habitualmente en redes de datos; un hilo muy fino de material transparente, vidrio o materiales plásticos, por el que se envían pulsos de luz que representan los datos a transmitir. El haz de luz queda completamente confinado y se propaga por el interior de la fibra con un ángulo de reflexión por encima del ángulo límite de reflexión total, en función de la ley de Snell. La fuente de luz puede ser láser o un LED.

La fibra óptica es un medio de transmisión guiado que permite la transmisión de señales luminosas, que suele ser de vidrio u otros materiales plásticos, su mayor ventaja con respecto al cable UTP es que esta es insensible a interferencias electromagnéticas externas. (Alfredo Abad Domingo, 2013).

Las fibras se utilizan ampliamente en telecomunicaciones, ya que permiten enviar gran cantidad de datos a una gran distancia, con velocidades similares a las de radio o cable. Son el medio de transmisión por excelencia al ser inmune a las interferencias electromagnéticas, también se utilizan para redes locales, en donde se necesite aprovechar las ventajas de la fibra óptica sobre otros medios de transmisión.



**Fig. 2.1.** Sección longitudinal de una fibra óptica. Distintos modelos de conectores de fibra óptica. Representación del camino luminoso en fibra óptica monomodo y multimodo.

### Ilustración 8. Fibras Ópticas

Fuente: (Alfredo Abad Domingo,2013)

- FIBRA MULTIMODO

Una fibra multimodo es aquella en la que los haces de luz pueden circular por más de un modo o camino. Esto supone que no llegan todos a la vez. Una fibra multimodo puede tener más de mil modos de propagación de luz. Las fibras multimodo se usan comúnmente en aplicaciones de corta distancia, menores a 1 km, es simple de diseñar y económico.

- FIBRA MONOMODO

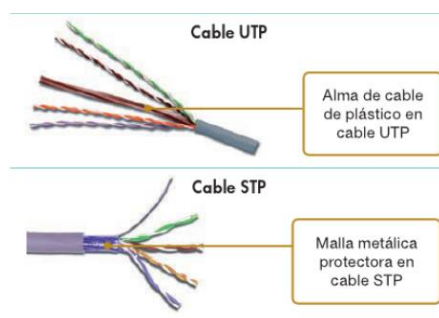
Una fibra monomodo es una fibra óptica en la que sólo se propaga un modo de luz. Se logra reduciendo el diámetro del núcleo de la fibra hasta un tamaño (8,3 a 10 micrones) que sólo permite un modo de propagación. Su transmisión es paralela al eje de la fibra. A diferencia de las fibras multimodo, las fibras monomodo permiten alcanzar grandes distancias (hasta 400 km máximo, mediante un láser de alta intensidad) y transmitir elevadas tasas de

información (decenas de Gb/s).

- CABLE UTP (UNSHIELDED TWISTED PAIR)

El par trenzado Consiste en 4 pares de 2 hilos de cobre aislados recubiertos por un aislante o "chaqueta", se trenzan para anular el electromagnetismo generado por la frecuencia y la corriente circulante, es el medio más usado, transmiten tanto señal análoga como digital. Los cables están trenzados en forma helicoidal, justo igual que una molécula de ADN.

De acuerdo con la forma en que se realiza este apantallamiento podemos distinguir varios tipos de cables de par trenzado, éstos se denominan mediante las siglas UTP, STP, OSP.



**Ilustración 9. Cable UTP**

Fuente: (Alfredo Abad Domingo,2013)

**Tabla 1. Categorías de Cable UTP**

CLASES	Clase A	Clase B	Clase C	Clase D	Clase E	Clase F
Ancho de banda	100 KHz	1 MHz	20 MHz	100 MHz	250 MHz	600 MHz
Cat. 3	2 km	500 m	100 m	No hay	No hay	No hay
Cat. 4	3 km	600 m	150 m	No hay	No hay	No hay
Cat. 5	3 km	700 m	160 m	100 m	No hay	No hay
Cat. 6	Sin uso	Sin uso	Sin uso	Sin uso	1 Gbps	No hay
Cat. 7	Sin uso	Sin uso	Sin uso	Sin uso	Sin uso	10 Gbps

*Tabla 2.2. Características de longitudes posibles y anchos de banda para las clases y categorías de pares trenzados.*

Fuente: (Alfredo Abad Domingo,2013)

Categoría 5. Se define en los estándares IS 11801, EN 50173 y TIA 568. En su versión original data de 1995 y está pensado para soportar transmisiones típicas de la tecnología ATM (155 Mbps), pero no es capaz de soportar Gigabit Ethernet (1 Gbps).

Categoría 5 mejorada (5e o 5 enhanced). Se trata de una revisión de la categoría 5 de 1998. En esta versión se mejoran los parámetros del cable para llegar a transmisiones de Gigabit Ethernet.

Categoría 6. Es una categoría ya ampliamente aceptada. Soporta frecuencias hasta los 250 MHz en clase E. Es la tecnología que poco a poco va sustituyendo a la 5e.

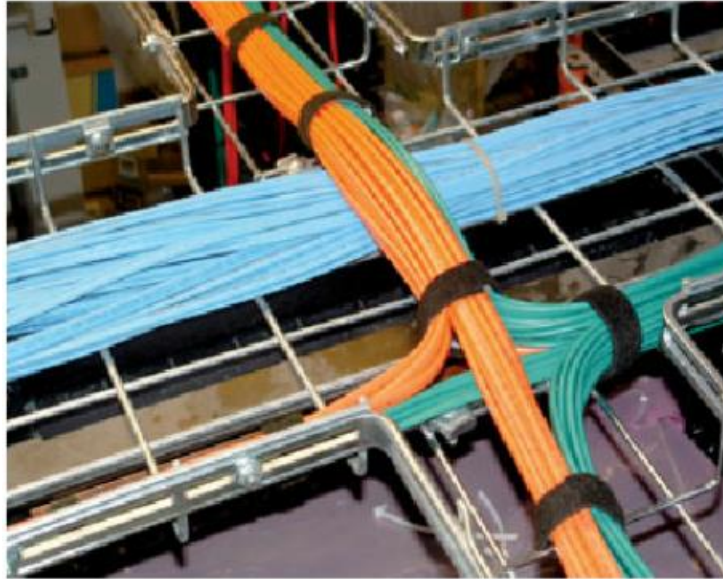
Categoría 7. Llega hasta los 600 MHz en clase F, mejorando sustancialmente los fenómenos de diafonía con respecto de la categoría 5. Sin embargo, esta categoría tiene como competidor más directo a la fibra óptica. Para tener una mejor referencia de la utilización de estos cables en nuestros días, cabe mencionar que se instalan en todas las tipologías de redes antes descritas dentro de una red ethernet, de las diferentes categorías, en nuestro caso se utilizó cable Categoría 6, color amarillo, marca belden. (Alfredo Abad Domingo, 2013).

### **3.5.1 CANALIZACIONES**

Las canalizaciones para telecomunicaciones o para nuestro sistema de videovigilancia IP, son las mismas utilizadas en las infraestructuras de Fuerza eléctrica, siempre y cuando ambas comunicaciones viajen en diferentes tuberías, a lo que nos referimos es que podemos utilizar la misma clase de canalizaciones en ambas infraestructuras.

(David Bermúdez y José Bermúdez, 2013), aseveran que:

Toda red debe mantener unas pautas de orden y distribución para que todo el cableado discurra por las mismas zonas habilitadas para tal fin. Para ello, se dispone de unos elementos que harán la función de guía y protección del cableado, denominados canalizaciones. (p,8)



**Ilustración 10. Bandeja Porta Cable de 8"x2"x10´**

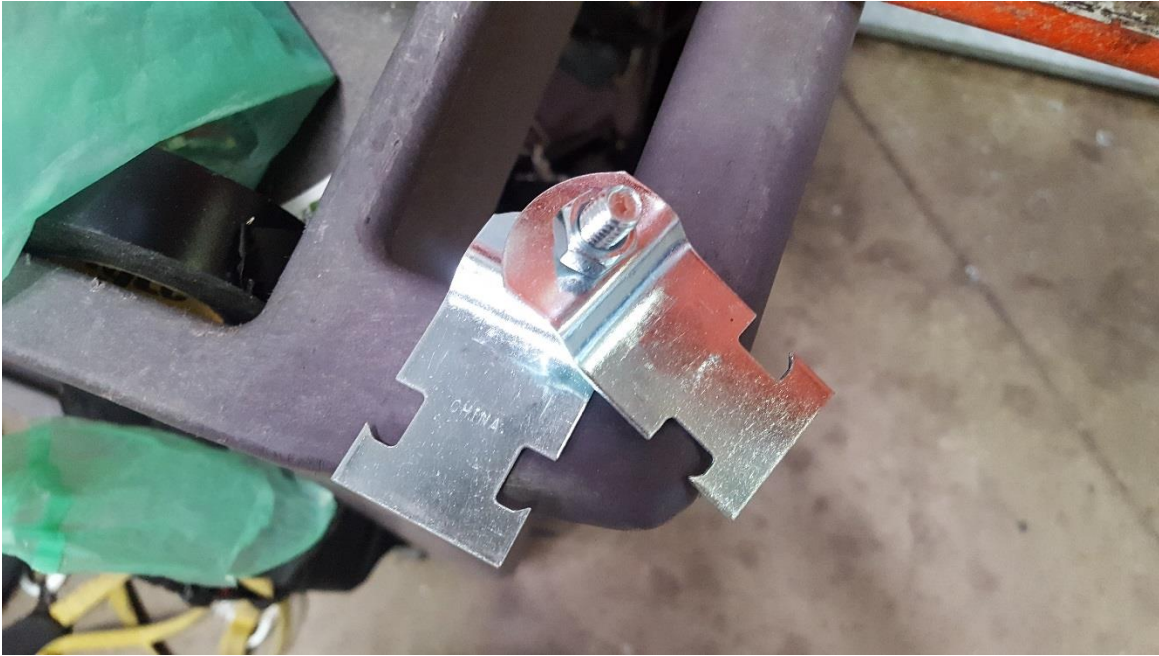
Fuente: (David Bermúdez y José Bermúdez,2013)

Fuente: (propia)



**Ilustración 11. Instalación de ramificación de tubería RMC en Bandeja Porta cable existente.**

Fuente: (propia)



**Ilustración 13. Abrazadera Strut de  $\frac{3}{4}$  Ø**

Fuente: (propia)



**Ilustración 12. Soporte para tubería, Riel Strut del bajo**

Fuente: (propia)

La manera en que se trabajó la soportería de estas ramificaciones, como lo podemos ver en las imágenes anteriores, fue instalando rieles strut en pared donde las abrazaderas strut son instaladas y estas abrazaderas sujetan finalmente la tubería RMC.

(David Bermúdez y José Bermúdez, 2013), indican que:

Un aspecto fundamental en el trazado de la canalización es la forma en la que esta queda sujeta (fijada) por la superficie en que se despliega (suelo, pared, techo, etc.). Una correcta fijación se traducirá en una instalación duradera, pero, para ello, se requerirán las fijaciones correspondientes, según el tipo y modelo de canalización desplegada. (p,90)

Es un aspecto fundamental dado que una incorrecta fijación puede repercutir en posibles accidentes, como el desplome de una tubería, que puede terminar perjudicando la integridad física de una persona, debido a esto se recomienda que el personal encargado de realizar estas actividades tenga la suficiente experiencia en campo, o en su defecto sea supervisada constantemente.

### **3.6 CONTROL DE SUPERVISIÓN Y ADQUISICIÓN DE DATOS**

Buses de campo y protocolos en redes industriales, (n.d.) nos define un sistema SCADA de sus siglas Control de Supervisión y Adquisición de Datos. Este es un sistema industrial diseñado

para automatizar el monitoreo y control de procesos industriales. Consiste en un computador principal o master (generalmente llamada estación *Master Terminal Unit* o MTU), una o más unidades de control obteniendo datos de campo (generalmente llamadas estaciones remotas, *Remote Terminal Units* o RTU), y software estándar usado para monitorear y controlar remotamente dispositivos de campo.

Un sistema SCADA involucra control directo o comunicarse con uno o más de los siguientes:

- a) Redes de automatización industrial y máquinas
- b) Telemetría y control remoto utilizando comunicaciones continuas o ráfaga.
- c) Sistemas de control de procesos y control de procesos estadísticos.
- d) Sistemas de adquisición de datos.
- e) Históricos y servidores de almacenamiento de datos
- f) Sistemas de control industrial utilizando PLCs y RTUs.
- g) Entorno de computación de nube industrial.
- h) Sistemas del entorno empresarial, tales como sistemas ERP y MES.
- i) Sistemas de seguridad y procesos.

Los sistemas SCADA han eliminado la necesidad de estar físicamente vigilando y ajustando los componentes del proceso, una red de sensores transmite información del estado de los componentes del proceso a una sala de operadores que deciden si hay que realizar alguna modificación sobre el proceso.

### **3.6.1 FUNCIONES Y REQUISITOS**

Entre las funciones de un sistema SCADA es posible enumerar:

- Posibilidad de crear paneles de alarma, que exigen la presencia del operador para reconocer una parada o situación de alarma, con registro de incidencias.
- Generación de históricos de señal de planta, creando informes, avisos y documentación en general.
- Ejecución de programas, que modifica la ley de control, o incluso anular o modificar las tareas asociadas al autómatas bajo ciertas condiciones.
- Posibilidad de programación numérica, que permite realizar cálculos aritméticos de elevada resolución sobre la CPU del computador.

Adicionalmente, son requisitos necesarios para la implementación de un SCADA:

- Deben ser sistemas de arquitecturas abiertas, capaces de crecer o adaptarse según las necesidades de la empresa.
- Deben comunicarse con total facilidad y de forma transparente al usuario con el equipo de planta y LAN de la empresa.
- Los programas deberán ser sencillos de instalar, sin excesivas exigencias de hardware, y fáciles de utilizar con interfaces amigables para el usuario (sonido, imágenes, pantallas táctiles).

## **IV. METODOLOGÍA**

La metodología de la investigación es uno de los aspectos más importantes en la elaboración y/o redacción de un documento bien fundamentado, "La investigación es una actividad encaminada a la solución de problemas. Su objetivo consiste en hallar las respuestas a preguntas mediante el empleo de procesos científicos." (Guillermina María Eugenia Baena Paz, 2017, p.8), procesos que nos permitirán y facilitarán encontrar las respuestas a nuestras inquietudes o conflictos; mediante los cuales debemos generar hipótesis.

La metodología de la investigación nos ofrece dos diferentes enfoques (cuantitativo, cualitativo) dichos enfoques comparten estrategias generales de investigación, pero cada uno tiene sus propias características.

### **4.1.1 VARIABLES DEPENDIENTES**

"Podemos definir una variable como una propiedad que puede fluctuar y cuya variación es susceptible de medirse u observarse" (Sampieri, 2014 p. 105), teniendo en cuenta la definición de lo que es una variable. En el caso de este proyecto en particular las variables dependientes en nuestro sistema, son:

- Tipo de PLC a integrarse.
- Módulos de E/S análogos y digitales
- Medios guiados de Comunicación.

### **4.1.2 VARIABLES INDEPENDIENTES**

- Programación lógica de secuencia.
- Diseños de Pantalla para SCADA
- Variables de monitoreo en SCADA.

## **4.2 MÉTODO Y ENFOQUE**

Toda investigación seria debe ser regida o ser guiada bajo ciertos métodos, técnicas e instrumentos de investigación. El método significa el camino por seguir mediante una serie de operaciones y reglas prefijadas de antemano para alcanzar el resultado propuesto, ya que procura establecer los procedimientos que deben seguirse, en el orden de las observaciones, experimentaciones, experiencia y razonamientos y la esfera de los objetos a los cuales se aplica, es por eso que en nuestra investigación hemos decidido optar por seguir los procedimientos correspondientes al *método científico*.

Ramon Pérez, Arturo Galán y José Quintanal (2012) expresa que:

El método científico es un rasgo característico de la ciencia, tanto de la pura como de la aplicada: donde no hay método científico no hay ciencia. Pero no es ni infalible ni autosuficiente. El método científico es falible: puede perfeccionarse mediante la estimación de los resultados a los que lleva y mediante el análisis directo. Tampoco es autosuficiente: no puede operar en un vacío de conocimiento, sino que requiere algún tipo de conocimiento previo que pueda luego reajustarse y elaborarse; y tiene que complementarse mediante métodos especiales adaptados a las peculiaridades de cada tema. (p.25)

El método científico tiene varios enfoques, como lo son el cualitativo, mixto, cuantitativo.

### **4.2.1 ENFOQUE CUALITATIVO**

El enfoque cualitativo también se guía por áreas o temas significativos de investigación. Sin embargo, los estudios cualitativos no siguen un proceso rígido y secuencial. Estos pueden desarrollar preguntas e hipótesis antes, durante o después de la recolección y análisis de datos. Se basa en un método indagatorio o exploratorio, muchas veces previo al cuantitativo, para afinar las preguntas de investigación o proponer nuevas preguntas en relación a la cuestión de estudio.

#### **4.2.2 ENFOQUE CUANTITATIVO**

El enfoque cuantitativo es secuencial y probatorio. Cada etapa precede a la siguiente y no se pueden eludir los diferentes pasos del mismo. Sigue el método científico clásico: plantearse un problema, crear hipótesis, experimentación, análisis de datos y sacar conclusiones. Pero el aspecto central es que el objeto de estudio de estos diseños de investigación son variables o fenómenos cuantificables o fácilmente mensurables.

#### **4.2.3 ACTIVIDADES CRÍTICAS**

- Levantamiento del requerimiento o necesidad.
- Dimensionamiento de las actividades y de los materiales.
- Ejecución.
- Supervisión.
- Configuración y puesta en marcha.

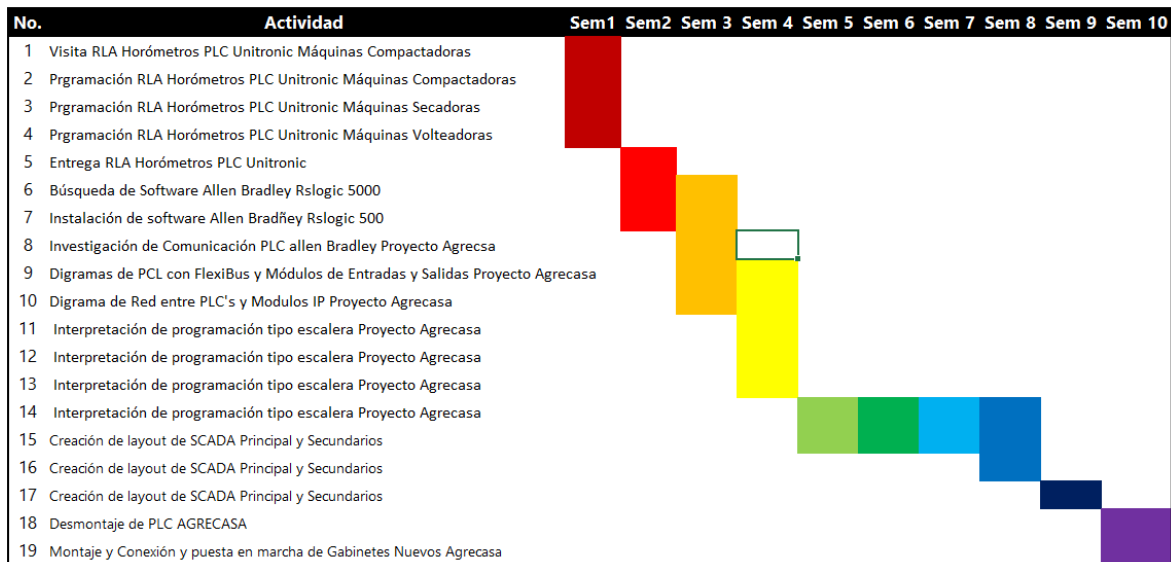
#### **4.3 FUENTES DE INFORMACIÓN**

La adquisición de la información requerida para la correcta redacción de una tesis es de suma importancia para la fiabilidad de la misma, por lo tanto, las fuentes de información deben ser lo más confiables posibles, en su mayoría textos extraídos de libros de pasta dura; no quiere decir que no nos podemos apoyar en otros tipos de texto. Las fuentes de información, consultadas para la redacción de este documento, fueron:

- Libros electrónicos extraídos del CRAI o de Googles Books.
- Libros físicos, biblioteca la UNITEC.
- Página de internet oficiales de las Marcas Phoenix Contact.

## 4.4 CRONOGRAMA

En el siguiente diagrama se describen las diferentes actividades que me fueron asignadas correspondientes a los proyectos que se llevaron a cabo dentro del departamento de proyectos especializados en RYD industrial, las siguientes se describen por tipo de proyectos y sus actividades subsecuentes, asimismo, se encuentran segmentadas por intervalos semanales de tiempo hasta completar las diez semanas de proyecto fase I.



Fuente: (propia)

## **V. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DESARROLLADO**

La primera actividad asignada para el desarrollo de este proyecto fue la búsqueda del programa RSLogix 5000, descargarlo e instalarlo en los ordenadores donde se está trabajando y desarrollando el proyecto; se nos proporcionó por parte del cliente el programa para su interpretación, cabe resaltar que esto tomó bastante tiempo debido a que nosotros y nuestros compañeros involucrados en el mismo, no teníamos ningún conocimiento en el desarrollo, ni de los procesos de producción en planta, Una vez terminamos con esta tarea, se nos proporcionaron los planos eléctricos de los gabinetes de automatización con los cuales hicimos un recuento final oficial de las cantidades de E/S análogas y digitales de las cuales constaban los gabinetes, con la finalidad de preparar con la misma cantidad de módulos los gabinetes nuevos a instalar en sitio, se elaboró un documento en Excel con las cantidades totales y se envió al departamento de producción, con los planos eléctricos en manos tuvimos un poco mas de información y pudimos relacionar algunas salidas físicas a relay con algunas variables desconocidas dentro del software desarrollado por la empresa francesa, empresa que codifica sus variables de programación, complicándonos mucho mas el proceso de interpretación de la lógica del programa; actualmente aún se sigue trabajando en la interpretación de todas las rutinas creadas en el RS Logix 5000, mientras otro grupo en paralelo traslada la información al nuevo software PC WORX de Phoenix contact, otro grupo en paralelo trabaja en los diseños de las pantallas del SCADA en solidworks e indusoft; cabe resaltar que casi todo el departamento de proyectos especializados está asignado dentro de estas actividades, ya que se cuenta con corto tiempo de integración y puesta en marcha del proyecto en su primera fase.

## VI. CONCLUSIONES

Nelly Bautista (2011), afirma que:

La etapa de conclusiones corresponde a la fase resolutoria del tema luego de haber estudiado y afrontado una problemática desde variados abordajes. Significa reconocer el significado de los participantes en sus propias vivencias, desvelar el contenido oculto de los hechos sociales, encontrar representaciones mentales sobre asuntos de importancia, reconocer causas y formas de manifestación del problema desde los diversos actores sociales, descubrir teorías sustantivas generadas en el estudio, idear formas de solución a los conflictos sociales, entre otros posibles resultados. (p, 145).

Las conclusiones son el resultado final de nuestra investigación, resoluciones en donde se toman en cuenta todas las variables implícitas en nuestro proyecto, teniendo como resultado final soluciones a los problemas previamente planteados.

Por lo tanto, a continuación, se presentan las conclusiones obtenidas en la implementación del proyecto:

Logramos completar la interpretación de toda la lógica secuencial de las rutinas, gracias a la que se nos proporcionó el software desarrollado en el RSlogix 5000, en conjunto a los planos eléctricos de los gabinetes y finalmente con el préstamo de una PC donde estaba instalado el SCADA anterior, gracias a esto último nos pudimos dar cuenta de que las variables lógicas que desconocíamos eran parte del control del SCADA.

Actualmente seguimos trabajando en el desarrollo de las pantallas con el software indusoft, y el diseño de la vista general de la planta de producción que incluye la tolva de alimentación, el feeder, el triturador, la brida de separación de material y los conveyors de desplazamiento en solidworks.

## **VII. RECOMENDACIONES**

### **HACIA LA EMPRESA**

Dimensionar de mejor manera los proyectos en cuanto a tiempos de entrega, con la finalidad de no saturar el departamento de proyectos especializados, ya que no se cuenta con la cantidad de personal adecuada para poder desarrollar los proyectos adjudicados en los rangos de tiempos establecidos por los requerimientos de los clientes.

Mejorar la coordinación de las actividades cronológicas de los proyectos, tanto de ejecución como de desarrollo, con el objetivo de mejorar los tiempos de entrega de las asignaciones y poder mejorar los tiempos de entrega de los proyectos.

### **HACIA LA UNIVERSIDAD**

Fortalecer el área que es esencial y que prácticamente salimos nulos en cuanto a conocimiento de la misma, son los sistemas SCADA, se recomienda a la universidad poner mucha atención en el fortalecimiento de esta área, ya que finalidad de la automatización es tener el monitoreo y el control de los procesos de producción centralizados en un sistema de adquisición de datos SCADA.

## VIII. BIBLIOGRAFÍA

1. Alfredo Abad Domingo, (2013). *Redes Locales*. McGraw-Hill España Recuperado de <https://ebookcentral.proquest.com/lib/bvunitecvirtualsp/reader.action?docID=3212697&query=redes+lan#>
3. Baena, Paz, Guillermina María Eugenia (2017). *Metodología de la investigación (3a. ed.)*. Grupo Editorial Patria Recuperado de <https://ebookcentral.proquest.com/lib/bvunitecvirtualsp/detail.action?docID=5213563>.
4. Bautista, C., Nelly Patricia. (2011). *Proceso de la investigación cualitativa: epistemología, metodología y aplicaciones*. Editorial El Manual Moderno Colombia Recuperado de <https://ebookcentral.proquest.com/lib/bvunitecvirtualsp/detail.action?docID=3225700>.
6. David Bermúdez Luque y José Javier Bermúdez Luque. (2013). *Montaje de elementos y equipos en instalaciones de telecomunicaciones en edificios: UF0542*. IC Editorial Recuperado de <https://ebookcentral.proquest.com/lib/bvunitecvirtualsp/detail.action?docID=4499223>
8. Hernández, Sampieri, Roberto, and Collado, Carlos Fernández. (2014). *Metodología de la investigación (6a. ed.)*, McGraw-Hill Interamericana Recuperado de <https://ebookcentral.proquest.com/lib/bvunitecvirtualsp/detail.action?docID=3224545>.
9. Juan Carlos Moreno. (2014). *Reparación de equipamiento microinformático*. RA-MA editorial Recuperado de <https://ebookcentral.proquest.com/lib/bvunitecvirtualsp/detail.action?docID=3229021>
10. Ramón Pérez Juste, Arturo Galán González, and José Quintanal Díaz. (2012). *Métodos y diseños de investigación en educación*. UNED - Universidad Nacional de Educación a Distancia Recuperado de <https://ebookcentral.proquest.com/lib/bvunitecvirtualsp/detail.action?docID=3209459&query=%2B%20todos%20y%20dise%C3%B1os%20de%20investigaci%C3%B3n%20en%20educaci%C3%B3n>
14. Daneri, Pablo A.. *PLC: automatización y control industrial*, Editorial Hispano Americana HASA, 2008. ProQuest Ebook Central,

[https://ebookcentral.proquest.com/lib/bvunitecvirtualsp/detail.action?docID=3183744.](https://ebookcentral.proquest.com/lib/bvunitecvirtualsp/detail.action?docID=3183744)

## IX. ANEXOS



**Ilustración 14. Vista general de la planta realizada en Solidworks.**