



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**PRÁCTICA PROFESIONAL**

**CONTROL Y ENERGIA S.A DE C.V (CONERSA)**

**PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO**

**INGENIERÍA EN MECATRÓNICA**

**PRESENTADO POR:**

**LUIS FERNANDO ROMERO ENAMORADO      21611054**

**ASESOR: ING. ALBERTO CARRASCO**

**CAMPUS: SAN PEDRO SULA**

**MARZO, 2020**

## RESUMEN EJECUTIVO

El presente documento hace referencia a las actividades que se desarrollaron en la empresa CONERSA, para la realización práctica profesional. Esta empresa es de vital importancia en la parte electrónica para empresas como, Gildan, ENERSA, Falcon entre otras, siendo una de las pocas que, gracias a sus estándares de sanidad, de cultura y al poco personal en el área técnica, no tuvo problemas para operar durante la pandemia. La práctica se realizó en el área técnica donde se construyen y conectan los paneles para motores, transferencias, PLC, siendo el área donde se pueden apreciar de manera directa los procesos del funcionamiento de cada uno de estos componentes electrónicos.

La práctica profesional se realizó de manera cronológica, por el cual se desglosaron las diferentes etapas desde la charla introductoria a la empresa, un pequeño recorrido donde se realizaría la misma, los proyectos realizados hasta la culminación de dichos proyectos. Debido a la situación atípica que se suscitó en el país, los paros necesarios para la realización de dichos proyectos se aplazaron en muchas ocasiones por la falta de piezas, instrumentos o atrasos al recibir los componentes necesarios. La empresa CONERSA siempre muestra un gran apoyo a la seguridad de su personal.

Para que una empresa pueda seguir trabajando es necesario innovar constantemente, más en estos tiempos donde la tecnología ayuda mucho a que una empresa siga en el mercado. Esta fue el principal enfoque de la práctica.

Se elaboraron diferentes tableros de control para empresas como: CADECA, Hondupalma y GILDAN, para mejorar y optimizar los tiempos de producción, como también para remplazar el tablero que se utilizaba con componentes viejos y desgastados.

Palabras clave: PLC, Conmutación, RS485, Modbus RTU, SIEMENS.

# ÍNDICE DE CONTENIDO

I	Introducción.....	1
II	Generalidades De LA Empresa.....	2
	2.1 Descripción De La Empresa.....	2
	2.1.1 MISIÓN.....	2
	2.1.2 Visión.....	2
	2.2 Descripción del Departamento.....	3
	2.3 Descripción del Puesto.....	3
	2.3.1 Objetivo General.....	3
	2.3.2 Objetivos Específicos.....	3
III	Marco Teórico.....	4
	3.1 Sistemas De Automatización.....	4
	3.2 Fases Para La Puesta En Marcha de un Proyecto de Automatización.....	5
	3.2.1 Automatización.....	5
	3.2.2 Supervisión.....	6
	3.2.3 Interacción.....	7
	3.2.4 Pruebas.....	7
	3.3 Redes Industriales.....	8
	3.3.1 Protocolos de Comunicación.....	8
	A. Ethernet / IP.....	8
	B. DeviceNEt.....	9
	C. Profinet.....	9
	D. Profibus.....	10

E.	As - Interface.....	11
F.	Modbus.....	11
3.3.2	Controlador Lógico Programable S7-1200.....	13
3.3.3	Modulo de comunicación CM 1241 (RS422/485).....	13
3.3.4	HMI Panel Operador.....	14
3.4	¿Por qué y para que automatizar procesos de manufactura industrial?.....	14
3.4.1	Etapas graduales de la automatización en procesos de manufactura .....	15
A.	Primera etapa: automatización del ciclo del proceso de manufactura.....	15
B.	Segunda etapa: automatización de sistemas de maquinas .....	16
C.	Tercera etapa: automatización de la planta-empresa como un conjunto.....	16
3.4.2	Principales Elementos de la Automatización.....	17
IV	Desarrollo.....	20
4.1	Charla De Introducción .....	20
4.2	Inducción.....	20
A.	Semana 1 .....	20
B.	Semana 2.....	20
C.	Semana 3.....	22
D.	Semana 4.....	23
E.	Semana 5.....	24
F.	Semana 6.....	25
G.	Semana 7.....	26
V	Conclusiones.....	28
5.1	Conclusión General.....	32

5.2 Conclusiones Especificas .....	32
VI Recomendaciones.....	33
VII Bibliografía.....	34

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Estructura organizativa de una empresa .....	4
Ilustración 2 Marco metodológico de fases de la automatización .....	5
Ilustración 3 Representación de un GRAFCET .....	6
Ilustración 4 Protocolo Profinet .....	9
Ilustración 5 Protocolo Profibus .....	11
Ilustración 6 Protocolo Modbus RTU basado en el estándar de interfaz RS485 .....	12
Ilustración 7 Módulo de Comunicación CM 1241 (RS422/485) .....	13
Ilustración 8 LA AUTOMATIZACIÓN, UNA CONVERGENCIA DE LAS TECNOLOGÍAS .....	15
Ilustración 9 Pantalla LCD .....	18
Ilustración 10 Diseño de tablero de transformadores .....	21
Ilustración 11 Tablero de Transformadores .....	21
Ilustración 12 Tablero de control Hondupalma .....	22
Ilustración 13 Variador de frecuencia ACS880 .....	22
Ilustración 14 Banco de Capacitores Flores&Flores .....	23
Ilustración 15 Diseño de Brida .....	24
Ilustración 16 Pedido de Componentes .....	25
Ilustración 17 Inventario SOTEC .....	25
Ilustración 18 Equivalencia ABB .....	26
Ilustración 19 Diagrama y tablero de la transmisión manual .....	27
Ilustración 20 Lista de Dispositivos .....	28
Ilustración 21 Programación de Salida AO y VFD .....	29

## GLOSARIO

GRAFCET: significa diagrama de control con etapas y transiciones, el cual es necesario para un proceso de automatización.

GEMMA: es una representación en forma ordenada de los estados o modos de Paradas y/o Marcha en las que se encuentra un proceso de producción industrial automatizado.

Automatización: es la conjunción de procesos informáticos, elementos mecánicos y electromecánicos en los cuales el ser humano opera con una mínima o nula intervención.

Automatismo: es el funcionamiento mecánico, cuando un proceso o sistema funciona por si solo sin necesidad de algún agente exterior.

Autómata: es una maquina la cual imita la figura y movimientos de un ser animado, el equivalente tecnológico de un robot autónomo.

Redes Industriales: son un medio para poder lograr todo lo que conlleva un proceso industrial y este se pueda comunicar dentro de una misma plataforma.

PLC: es un controlador lógico programable, también es conocido como autómata programable, es una computadora que se utiliza para la automatización de los procesos industriales, electroneumáticos, electromecánicos, entre otros.

RS485: es un tipo de interfaz estándar que se encuentra en la capa física de comunicación, es un método utilizado para la transmisión de señal en el primer nivel de la interconexión en los sistemas abiertos.

Siemens: es la unidad derivada del SI para la medida de la conductividad eléctrica, G.

TIA Portal: es un software el cual se utiliza para poder programar los controladores y HMI de la marca SIEMENS

HMI: por sus siglas en ingles *Human Machine Interface*, lo cual es una pantalla digital en la que se le muestra al usuario información que proviene de un sistema automatizado, sobre la cual el usuario puede maniobrar o indicar acciones que se llevaran a cabo en el sistema automatizado.

## I INTRODUCCIÓN

La práctica profesional es la etapa final de la carrera en la que un estudiante debe poner emplear todos los conocimientos adquiridos a lo largo de su trayecto universitario. Es muy importante saber escoger un lugar adecuado para así poder dar un correcto seguimiento de la formación como profesional en el área de su elección. En Soluciones Técnicas no hay tantas áreas de trabajo como en otras empresas, pero si tiene las necesarias para que un mecatrónico pueda desenvolverse y aplicar todos los conocimientos adquiridos en el transcurso de su carrera.

La práctica profesional se realizará en CONTROL Y ENERGIA de RL de CV, donde se realizan varias actividades en las cuales un ingeniero mecatrónico se puede desempeñar con facilidad, en CONERSA se diseñan y se venden una gran cantidad de proyectos para empresas grandes como GILDAN, ENERSA, CADECA, Hondupalma entre otros, dichos proyectos tienen muchas etapas como la programación de un PLC, diseño de paneles y conexiones, programación de variadores y ensamblaje de paneles. CONERSA hace la elaboración de una variedad de tableros y gabinetes a nivel industrial en las cuales se necesita tener un control de la maquinaria.

Para la realización de los proyectos, se utilizarán componentes de marcas reconocidas tales como DODGE, BALDOR, Thomas & Betts y por último ABB como producto estrella ya que ellos son distribuidores oficiales de la marca, siendo esta la que más y mejor se vende.

En el capítulo siguiente se presentarán algunas generalidades de la empresa en las cuales se incluyen la descripción de la empresa, su misión, su visión, así como los objetivos del cargo impuesto. Luego se presentará el marco teórico en el cual se explicará la teoría necesaria para así poder captar la información que se presenta y lograr comprender el entorno de la empresa.

## **II GENERALIDADES DE LA EMPRESA**

### **2.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA**

Su especialidad es brindar soluciones armadas y llave en mano para proyectos industriales, además de proveer los servicios de ingeniería relacionados.

Es el principal canal certificado de ABB en Honduras. Su especialidad es brindar soluciones armadas y llave en mano para proyectos industriales, además de proveer los servicios de ingeniería relacionados.

Es una empresa dedicada al suministro e integración de equipos eléctricos para la industria. Entre ellos se encuentran motores, variadores de frecuencia, arrancadores suaves, interruptores, transferencias, tableros eléctricos, PLCs, DCS y más.

Trabajan con equipos para para Baja y Media Tensión y Transmisión de Potencia, brindan Soluciones llave en mano para protección, distribución, control y automatización de sistemas eléctricos, por último, también brindan servicios de, diseño, integración, capacitaciones y asesoría de sistemas eléctricos y de control.

Aparte de ser distribuidores oficiales de la marca ABB también cuentan con otras marcas como BALDOR, DODGE y Thomas & Betts.

#### **2.1.1 MISIÓN**

La misión de la empresa es convertirse en uno de los mayores proveedores de proyectos de automatización y dar soluciones a los problemas del sector industrial, atendiendo así día a día todas las necesidades de los clientes con los más altos estándares y utilizando componentes de calidad para cumplir con las cambiantes necesidades de este rubro.

#### **2.1.2 VISIÓN**

El mejorar e innovar continuamente son parte de nuestra labor diaria, esto acompañada con una buena administración. Nos sentiremos satisfechos cuando nuestros clientes nos recomienden con otros por el excelente servicio que les hemos brindado, nos esforzamos por proveer productos y servicios de alta calidad a nuestros clientes con costos accesibles.

## **2.2 DESCRIPCIÓN DEL DEPARTAMENTO**

El departamento de proyectos y venta de proyectos siguió funcionando incluso en los meses más pesados de la pandemia.

Según lo que el cliente pida se realizan paneles, con todo tipo de componentes electrónicos, *breakers, relays, capacitores, transformadores motores* y muchos más. En este departamento se realizan los paneles desde cero, se colocan los componentes dentro del panel, también se perforan los gabinetes y se les colocan los *LED's*, botones y demás para poder controlar los paneles, se realiza todo el cableado, el cual todo va muy bien etiquetado para que se pueda comprender que conecta cada cable, que es cada componente y en la parte de afuera de los gabinetes se indica que representa cada LED, que hace cada botón, para iniciar o detener que proceso. Todos los proyectos van muy bien etiquetados, estéticamente muy presentables, se hace el cableado de una forma ordenada para no confundir al cliente y también al finalizar el proyecto, dentro del gabinete se les imprime los diagramas de dicho gabinete para que ellos puedan realizar las conexiones y/o modificaciones deseadas.

## **2.3 DESCRIPCIÓN DEL PUESTO**

Supervisor del área de proyectos y técnicos, encargado de supervisar que se utilicen los componentes solicitados por el cliente y que funcionen como el cliente lo desea, hacer las pruebas necesarias a los tableros antes de entregarlo al cliente.

### **2.3.1 OBJETIVO GENERAL**

Supervisar el área técnica donde se realizan los paneles de control, gabinetes y conexiones a motores o transformadores, la cual incluye a los técnicos que trabajan en dicha área.

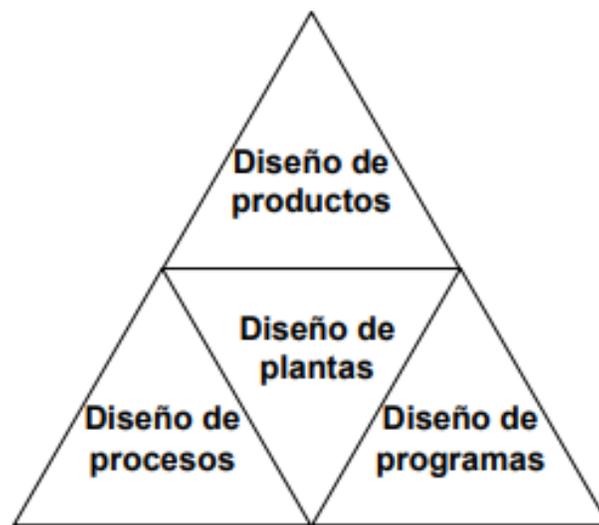
### **2.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Supervisar que los componentes electrónicos funcionen correctamente al momento de añadirlos a los paneles de control.
- Asegurar de que cada panel de control se entregue para la fecha estimada, funcionando y con todas las especificaciones que el cliente pidió.
- Tomar inventario de las compras de componentes que se reciben.

### III MARCO TEÓRICO

#### 3.1 SISTEMAS DE AUTOMATIZACIÓN

Según la real Academia de Ciencias Físicas y exactas, esta define la automática como un conjunto de procedimientos y métodos en los que estos substituirán a un operario que realiza tareas físicas y mentales que son programadas con anticipación. De esta definición es de donde proviene la palabra *automatización* como aplicación al control de los procesos industriales (Chien *et al.*, 2020).



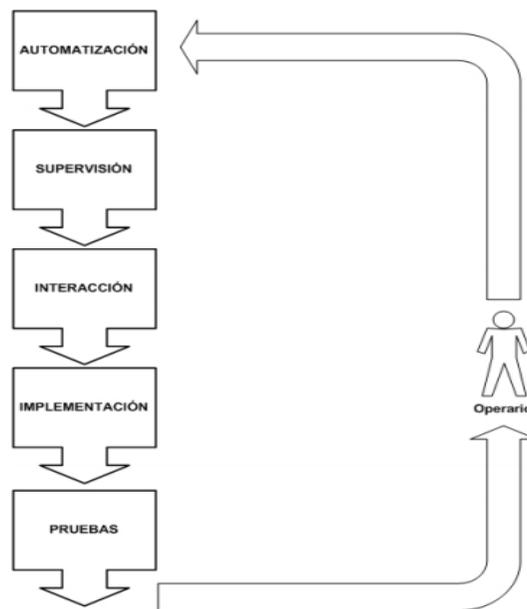
*Ilustración 1 Estructura organizativa de una empresa*

Fuente: (Chien *et al.*, 2020)

Es necesario hacer una explicación breve acerca de los tipos de industria existentes y los problemas de control que hay en cada tipo de industria. Las industrias que más se relacionan con la automatización, mayormente son la industria de procesos y la industria manufacturera (Álvarez, 2015). De las dos la que más se destaca es la industria manufacturera ya que esta se caracteriza por la presencia de máquinas herramientas que llevan el control numérico por ordenador de sistemas de la fabricación flexible.

### 3.2 FASES PARA LA PUESTA EN MARCHA DE UN PROYECTO DE AUTOMATIZACIÓN

Dentro de la automatización existen procesos automatizados complejos que requieren de una colaboración de diversos departamentos dentro de una empresa, como la logística, distribución, gestión entre otros. Aquí se expondrá un poco del problema de la automatización, visto desde el punto de trabajo que deberá realizar el ingeniero y/o técnico. El operario debe realizar las siguientes fases:



*Ilustración 2 Marco metodológico de fases de la automatización*

Fuente:(Muhaimin, 2019)

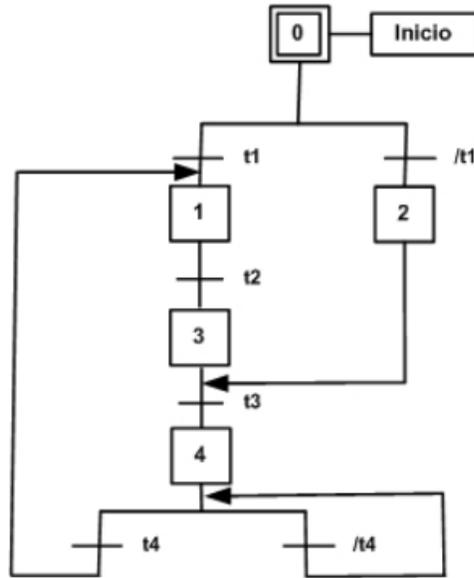
#### 3.2.1 AUTOMATIZACIÓN

Esta fase es fundamental en la que hay que desarrollar un GRAFCET (Grafo de Estados y transiciones) y con estos también la puesta en marcha de automatismos como:

- Después de observar el proceso a controlar se genera un GRAFCET de primer nivel en el cual se describe su función.
- Se selecciona el autómata programable o regulador digital
- Luego se selección los sensores y actuadores a utilizar y el tipo de cableado con el que se conectaran.

- Por último se genera otro GRAFCET de segundo nivel en cual lleva la descripción tecnológica (Zeng, 2018).

En la fase de automatización se encuentran una variedad de tecnologías, entre estas esta la neumática y la de sensores. El control de la secuencia se representa mediante el GRAFCET.



*Ilustración 3 Representación de un GRAFCET*

Fuente:(Zeng, 2018)

### 3.2.2 SUPERVISIÓN

En la segunda fase que es de supervisión se desarrollan los siguientes pasos:

- Se deben reunir todas las especificaciones a priori acerca de los posibles estados en las que la un proceso o una maquina se pueda encontrar, esto según la experiencia que tenga la persona encargada de la automatización.
- Se deben definir todos los módulos que se utilizaran, esto dependiendo de la complejidad del problema, por último, se debe representar de forma gráfica el caso de estudio conforme a las transiciones y estados de la guía GEMMA (Guía de Estudios de modos de marcha y paro).

- El encargado debe proceder a una supervisión cuando se vigila la evolución del proceso que se está controlando automáticamente, y debe estar atento a cuando se presenten imprevistos con los cuales se deberá activar el módulo de seguridad e intervenir directamente (Yunwei & Shiwei, 2019).

### 3.2.3 INTERACCIÓN

Esta es la fase más práctica de todo el método, en los cuales los pasos más significativos son:

- Seleccionar el lenguaje en el cual se programará el automatismo.
- Traducir el GRAFCET al lenguaje en el que se está programando.

En esta fase se requieren de las habilidades prácticas que posee el encargado en la programación del lenguaje seleccionado.

Se advierte al usuario que se deben respetar las singularidades que se puedan observar, debido a que cada marca comercial tiene un lenguaje de programación propio conforme a sus normas de diseño propio, de esta forma lo que se quiere destacar es que la representación de la guía GEMMA se debe implementar de forma correcta en el autómata (Lemeshko et al., 2019).

Una vez terminada y consolidada esta fase de implementación, se debe establecer la fase de pruebas.

### 3.2.4 PRUEBAS

Luego de que se implementó el algoritmo en general sobre el autómata, el encargado debe verificar este algoritmo por partes, el operario debe estar pendiente a la evolución de este proceso o también puede interactuar con este proceso mediante un panel de mando, también el operario tiene la libertad de emular simulaciones tipo emergencia para poder observar y analizar como respondería el sistema automatizado ante la designación de la guía GEMMA (Shin, 2006). Cuanto el operario se enfrente con situaciones que le den problemas, este puede perfeccionar los algoritmos y también puede añadir algunos estados que no se consideraron al inicio de la programación y así mejorar dicho algoritmo.

Una recomendación para afrontar problemas complejos es, dividirlo en módulos funcionales básicos, para así poder mejorar el algoritmo solo en las partes que se deben rehacer. Es muy conveniente tener muy claro la identificación del problema a resolver y así poder clasificar a cuál de todas las fases este corresponde.

### **3.3 REDES INDUSTRIALES**

Las redes industriales han progresado en el nivel de los dispositivos de control, con esto permitiendo enlazar equipos de mayor eficiencia y mayor prestación, incluso se pueden enlazar con equipos sencillos por medio de una red de control lógico dentro de un solo sistema. Estos avances se han desarrollado fuera del tablero de control como dentro del mismo, con actuadores, sensores y medidores instalados en la maquinaria. Este desarrollado ha logrado que se pase de cables, tarjetas con salidas y entradas digitales (I/O) a las redes industriales, las cuales se aplican en los tableros de control (Moreno & Rincón, 2016).

#### **3.3.1 PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN**

La conexión de los sistemas o redes de computadoras hoy en día son el pilar de las comunicaciones y se diseñan bajo diversos protocolos de comunicación. Un protocolo es un conjunto de reglas: estos son estándares a seguir que se conforman por limitaciones, formatos y operaciones que con esto se define el intercambio de datos o de información para así poder lograr una comunicación entre dos o más dispositivos a través de una red de comunicación (Bo et al., 2021). Existen muchos tipos de protocolos de red, tales como:

##### **A. ETHERNET / IP**

Este es un protocolo de red el cual se utiliza principalmente aplicaciones de automatización industrial. Se basa principalmente en los protocolos de estándar TCP / IP, este utiliza los *hardware* y *software* ethernet los cual son utilizados para lograr un nivel de protocolo con el cual podrán acceder, configurar y controlar los instrumentos de la automatización industrial. Este protocolo logra clasificar los nodos dependiendo los tipos de dispositivos que se preestablecieron, con sus actuaciones respectivas. Ethernet / IP también brinda un completo sistema integrado, desde la red central hasta la planta industrial. El principal objetivo de este protocolo es utilizar tecnologías

y herramientas tradicionales tales como: protocolos de internet IP y protocolos de transporte TCP(Bo et al., 2021).

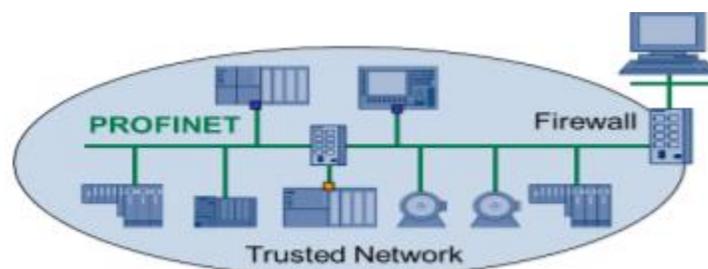
## B. DEVICENET

Es un protocolo de comunicación bastante usado dentro de la industria de la automatización que interconecta dispositivos de control para enviar información y así con este protocolo permitir comunicación entre dispositivos como lo son arrancadores, sensores, escáner, y luego estos se comuniquen con el controlador de toda la red.

Una sencilla forma de verlo es con el termino capa de la aplicación que implica que *DeviceNet* se relaciona más con la información de la aplicación que con un protocolo que no es de aplicación(Xue et al., 2019).

## C. PROFINET

Este protocolo se basa en el protocolo de Ethernet industrial, TCP / IP y también de algunos estándares que pertenecen al mundo TI(Xue et al., 2019). Una de sus características principales es que este protocolo es en tiempo real. Los dispositivos en este protocolo se comunican por un bus de campo en el cual acuerdan trabajar en el procesamiento de las solicitudes que se generan dentro del bus.



*Ilustración 4 Protocolo Profinet*

Fuente: SIEMENS (2016)

Hay muchos tipos de protocolos dentro del contexto PROFINET tales como:

- PROFINET / DCP/: este procedimiento se basa principalmente en la capa de enlace y se utiliza para la configuración de nombres de direcciones IP y también para nombrar dispositivos.

- PROFINET / MRP: este protocolo utiliza elementos básicos para reestructurar redes en caso de que estas sufran un fallo cuando posean una tipología en anillo,
- PRFINET / CBA: este protocolo se asocia principalmente con las aplicaciones de automatización que se distribuyen en los entornos industriales.
- PROFINET / IO: también llamado PRGINET – RT que quiere decir *RealTime*, se usa mayormente en comunicaciones con periféricas no centralizadas
- PROFINET / IRT: esta es una transferencia de información en tiempo real isócrona.
- PROFINET / MRRT: este protocolo tiene como objetivo dar soluciones para la redundancia de medios al protocolo de PRFINETE / RT.
- PROFINET / PTCP: protocolo en el cual se enfoca en el control y precisión del tiempo basándose en la capa de enlace y así poder regular señales de tiempo en diversos PLC(Harahap et al., 2018).

#### D. PROFIBUS

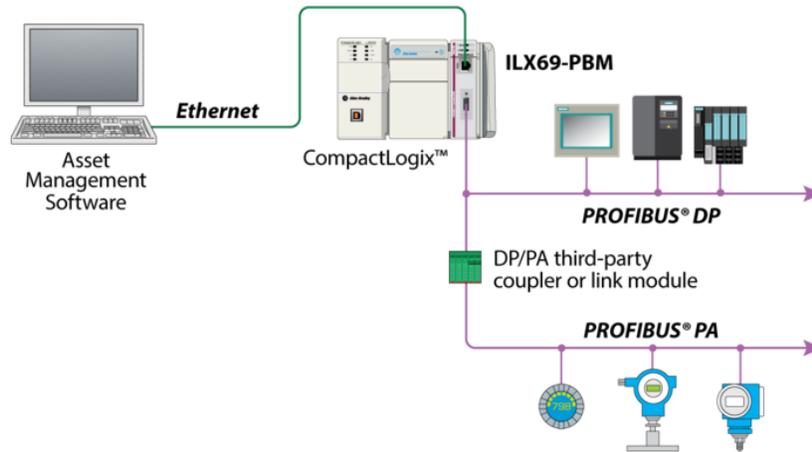
Es un protocolo estándar de las redes de campo abierto y también independiente de proveedores, en el cual la interfaz del protocolo proporciona una extensa aplicación en los procesos de automatización predial.

Al igual que PROFINET, Profibus también existen diferentes protocolos dentro del contexto PROFIBUS:

- Profibus - FMS: esta versión de profibus es utilizada para la comunicación al nivel de cedula, donde la característica principal es el volumen de información y no se enfoca en el tiempo de respuesta.
- Profibus - DP: es una versión de profibus que se optimizo para lograr obtener una gran velocidad de transmisión. Se diseño especialmente para lograr una comunicación entre los dispositivos de entrada/salida y el PLC a nivel de campo.
- Profibus – PA: Profibus – PA se diseñó especialmente para lograr una comunicación confiable y de alta velocidad mayormente en los ambientes que están expuestos a peligro de explosión.

La capa física del protocolo Profibus consta de:

- RS485 o Fibra Óptica
- Baudrate desde 9.6 Kbps a 12 Mbits
- Max distancia sin repetidores: Depende de los Baudrate(He & Long, 2021).



*Ilustración 5 Protocolo Profibus*

Fuente: (Tadeus et al., 2020)

#### E. AS - INTERFACE

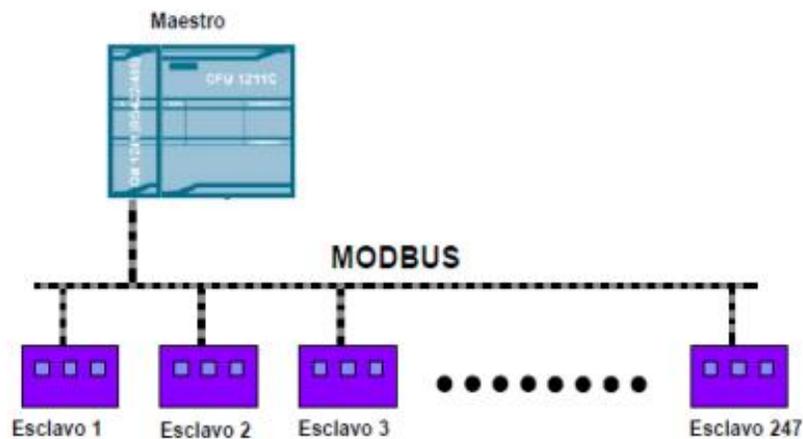
El protocolo de interfaz de sensor AS-i o *Aktuator* es un tipo de sistema de bus de campo sencillo y eficiente. Es un bus abierto en el cual se puede integrar en muchas plataformas, por lo que le permite transmitir señales digitales y analógicas relacionadas con procesos y maquinaria. Por otra parte, constituye de una interfaz normal entre actuadores y sensores binarios sencillos y entre diferentes niveles de control centralizado. Este protocolo tiene un alto grado de eficacia comparándolo con los otros sistemas bus como lo son Modbus y profibus, este es el más económico de los protocolos tipo bus ( Muhaimin, 2019). A lo cual se debe que se haya convertido en un estándar de muy extenso en la automatización industrial. Es muy fácil de instalar y operar, pero también es flexible para las actualizaciones futuras aparte de que es muy robusto aun en condiciones que no sean favorables para el protocolo.

#### F. MODBUS

Modbus es un tipo de los muchos protocolos de comunicación que existen, este fue publicado por primera vez por Modicon en el año 1979, quien lo introdujo al mercado industrial. En sus

principios el uso de este protocolo estaba dirigido de forma exclusiva a la parte de los PLC de Modicon. No hace falta mirar a la industria de hoy en día para notar que hoy en día, Modbus es el protocolo más común y más utilizado en el sector industrial, telecontrol y en los sistemas de monitorización. Tanto el nivel de red de este protocolo como el nivel local, en la versión de comunicación TCP/IP, actualmente este es uno de los protocolos de comunicación de referencia en las que suelen llamar Redes Industriales Inteligentes (Falgueras, 2013).

La trama de este protocolo es muy simple, este lo que hace es transmitir información entre varios dispositivos electrónicos que están conectados a un mismo canal o bus (de ahí la denominación MODBUS) como se muestra en la figura 4. En el mismo "bus" de datos existe un solo dispositivo maestro o master en inglés y varios dispositivos esclavos (*Slaves*) los cuales están conectados en una sola red



*Ilustración 6 Protocolo Modbus RTU basado en el estándar de interfaz RS485*

Fuente:(Fadamiro & Oke, 2019)

Originalmente este protocolo estaba direccionado a una conectividad a través de las líneas en serie como serian la RS-232 o RS-485, pero a través de los años se han generado variaciones como es el Modbus TCP, el cual permite un encapsulamiento del Modbus serial en las tramas como Ethernet TCP/IP de una manera muy simple(Talpasanu & Talpasanu, 2019).

Esto se debe ya que desde el punto de vista de los estándares OSI, el protocolo Modbus se ubica en la capa de aplicación.

### 3.3.2 CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE S7-1200

Este controlador S7-1200 o PLC, es el más reciente dentro de los PLC's SIMATIC de SIEMENS, este es el PLC que reemplazo al S7-200 y el cual se viene fabricando desde el 2009. Este PLC es modular y compacto, es muy bueno para aplicaciones de control industrial y automatización en los cuales se requieren funciones que pueden ser simples o avanzadas. Gracias al costo accesible, que tiene un diseño compacto y también potentes funciones, es perfecto para aplicarlo en el control de la industria. Para configurar este dispositivo es necesario hacerlo en el software TIA Portal, es un programa muy intuitivo, puede incorporar la simulación y programación en la HMI (Doughty, s. f. 2017).

### 3.3.3 MODULO DE COMUNICACIÓN CM 1241 (RS422/485)

Para la aplicación de una red industrial para controlar un proceso, se ve necesario controlar los variadores de velocidad por medio del protocolo de Modbus RS-485, adicionando esto a un PLC el modelo CM 1241 (RS422/485). En la ilustración 5 se puede apreciar como parte de la red de comunicación(Li & Jiang, 2019).



*Ilustración 7 Módulo de Comunicación CM 1241 (RS422/485)*

Fuente: (Martínez-Corral et al., 2009)

### 3.3.4 HMI PANEL OPERADOR

Con una HMI KTP -700, se le puede garantizar al usuario una visualización de muy buena calidad, con la cual tendrá una excelente resolución en las gráficas que diseñará el programador. Este HMI también ofrece para elegir dos puertos de conectividad, con una interfaz de PROFIBUS o de ETHERNET, adicionalmente puertos de conexión de USB, los cuales se pueden utilizar para el almacenamiento de datos, conexión de algún teclado externo o de algún mouse externo. La programación de esta HMI es simple ya que viene agregado en el software de TIA Portal, y es por eso que el manejo y configuración de la misma se puede realizar fácilmente (Romanova et al., 2020).

### **3.4 ¿POR QUÉ Y PARA QUE AUTOMATIZAR PROCESOS DE MANUFACTURA INDUSTRIAL?**

Según la experiencia en la industria internacional indica muchas consideraciones que guían como dirigir un proyecto de automatización, resaltando características importantes como la mejora de los estándares de calidad, reducción de las pérdidas en el momento de la producción, es necesario el aumento de la estabilidad de los procesos de manufactura y reducir el trabajo repetitivo y trabajo físico.

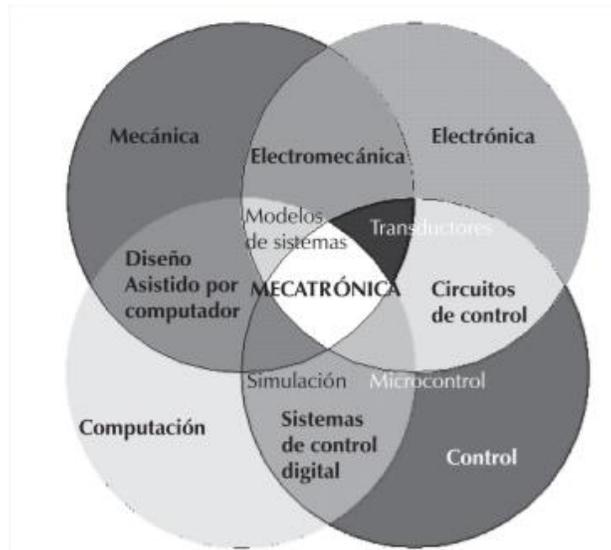
Es de mucha importancia la realización correcta de la definición del sistema a automatizar, refiriéndose a rangos de calidad, porcentaje de fiabilidad y disposición técnica, el nivel de automatización que el sistema requiere y la realización de un estudio de costo de inversión vs beneficio/utilidad (Fadamiro & Oke, 2019).

Al igual que es necesaria la observación de los proyectos de automatización industrial, debido a que es necesario realizar impactos reales en un tiempo determinado, entre dos y doce meses, ya que al implementar tiempos mayores estos representan pérdidas económicas.

Para así poder mantenerse eficaz en el desarrollo de los proyectos que son viables de automatización, la experiencia dentro de la industria remarca algunos temas metódicos como:

- Conocer las tendencias y disponibilidad de la automatización en los procesos y la maquinaria dentro de los procesos.
- Procurar un enfoque creativo y abierto a diferentes alternativas de automedicación.

- Pensar en cómo actuaría una persona en ciertas rutinas de acción dentro de los procesos industriales
- Aplicar una estrategia de carácter mecatrónico(Liu, 2020).



*Ilustración 8 LA AUTOMATIZACIÓN, UNA CONVERGENCIA DE LAS TECNOLOGÍAS*

Fuente:(Fadamiro & Oke, 2019)

### 3.4.1 ETAPAS GRADUALES DE LA AUTOMATIZACIÓN EN PROCESOS DE MANUFACTURA

#### A. PRIMERA ETAPA: AUTOMATIZACIÓN DEL CICLO DEL PROCESO DE MANUFACTURA

Gradualmente se estructuro después del avance tecnológicos de los sistemas básicos de una maquina:

- Sistema de impulsión motriz
- Sistema de una ejecución práctica tecnológica y un sistema de transmisión
- Un sistema integrado de control del proceso(Wei et al., 2020)

Estos tres sistemas básicos logran determinar una capacidad de función operativa, la calidad que despliega la quina y la productividad.

Mientras se ejecuta el ciclo del proceso, la maquina se desempeña un trabajo de transformación de la calidad del producto donde se configuran los tiempos productivos, así también los trabajos que incluyen la preparación y acondicionamiento del ciclo del proces(Wei et al., 2020).

## B. SEGUNDA ETAPA: AUTOMATIZACIÓN DE SISTEMAS DE MAQUINAS

Esta etapa tiene que ver con la automatización de un sistema que integra las máquinas y de un entorno que cumpla los procesos de transformación, ensamblaje y control. La primera expresión en esta etapa es la línea de producción automática. En producción, hoy se ha transformado en una célula, Sistema de fabricación flexible (FMS), en el que se insertan ampliamente la tecnología robótica y el potente sistema de control de automatización inteligente (Bastarrechea et al., 2021). Actualmente, la integración es Las redes de procesos y máquinas se denominan fabricación. Funciones de automatización flexibles, celulares y modulares, altamente integradas.

## C. TERCERA ETAPA: AUTOMATIZACIÓN DE LA PLANTA-EMPRESA COMO UN CONJUNTO

Se enfrenta a la automatización de toda la empresa Como un sistema completo. Este paradigma Esta tendencia se refleja en el sistema de fabricación integrado -CIM-, que incluye no solo partes físicas El proceso de producción también incluye Planificación, logística y control de producción Función y pronóstico del entorno de demanda Condiciones de funcionamiento de la producción en fábrica.

La automatización industrial en esta etapa se puede lograr hoy Con el avance de los sistemas de información integrados Mejorar continuamente la confiabilidad de la red y los componentes físicos. (Abdelhameed & Radaf, 2018).

Hay dos etapas básicas de pérdidas por tiempos improductivos:

### **Perdidas en el ciclo del proceso:**

- Fijación del material colocado
- Acercamiento y retiro de los conjuntos móviles de trabajo en las máquinas
- Suministrar y transportar el material
- Programar un ciclo de trabajo con su respectiva simulación y operaciones de prueba (Kawale & Kishore, 2019).

## **Perdidas externas al ciclo del proceso**

Estos tipos de pérdidas se dividen en dos grupos. El primero tiene que ver con razones técnicas de confiabilidad. Causado por una calidad técnica insuficiente Equipo y proceso.

La segunda categoría es Planificación deficiente y gestión de procesos de producción deficiente. Esta tendencia de la tecnología blanda puede ser Por su naturaleza, resolver y superar problemas se vuelve más complicado encender(Deng & Wang, 2019).

### **3.4.2 PRINCIPALES ELEMENTOS DE LA AUTOMATIZACIÓN**

#### **Sensores y actuadores**

Un sensor es un dispositivo que puede detectar cantidades físicas o químicas (llamadas variables de instrumentos) y convertirlas en variables eléctricas. Las variables de la instrumentación son: Distancia, temperatura, fuerza, humedad, pH, intensidad de luz, aceleración, entre otras. La electricidad puede ser resistencia (como RTD), capacitancia (como sensor de humedad o sensor de capacitancia), voltaje (como termopar), corriente (como fototransistor), etc. (M. Y. Kuo et al., 2016)

Los sensores se clasifican según su función de datos de salida en:

- Analógicos
- Comunicación por bus
- Digitales (X. Li, 2019)

#### **Actuadores y periféricos**

El actuador es instrumento que puede convertir energía neumática, energía hidráulica o energía eléctrica en activación de procesos para lograr tener un efecto sobre algún elemento externo.

Este instrumento obtiene la orden un controlador o regulador y en función a esta se genera una orden para poder activar un mecanismo final de control como puede ser una válvula(Xuan & Yongzhong, 2019).

Hay varios ejemplos de actuadores como:

- Hidráulicos
- Bombas
- Electrónicos
- Neumáticos
- Eléctricos
- Motores

Periféricos se le nombra para diferenciar los instrumentos independientes y auxiliares que se conectan a una unidad de procesamiento central. Los periféricos son considerados dispositivos de *hardware* a través de los cuales los controladores se pueden comunicar con el exterior, con esto mismo también se logran comunicar con sistemas de almacenamiento de información, de esta forma también logran funcionar como una memoria auxiliar de la memoria principal del dispositivo(H. Li, 2020).



*Ilustración 9 Pantalla LCD*

Fuente: Elaboración propia (2021)

Algunos tipos de periféricos son:

- Teclados
- Micrófonos
- Indicadores
- Pantallas LCD

- Pantalla táctil
- Memorias externas

#### Control lógico programable (PLC)

Un autómatas o controlador lógico programable que mayormente es conocido por sus siglas en ingles PLC que quiere decir "*Programmable Logic Controller*", esta es un procesador o computadora, que se utiliza en el campo de la ingeniería de automatización de la industria, este instrumento funciona para automatizar procesos que son electromecánicos, como pueden ser controlar la maquinaria de una fábrica en líneas de un montaje o también puede ser de atracciones mecánicas(Xuan & Yongzhong, 2019).

#### *Human Machine Interface* (HMI)

Esta es una interfaz que funciona como intermediario entre el operario y el proceso industrial automatizado; de forma sencilla es una pantalla o panel de instrumentos del operario. Este instrumento es la que más utilizan los operarios y supervisores de línea para así poder controlar y coordinar procesos de fabricación industrial, sin el riesgo de estar cerca de la maquinaria. La HMI convierte variables de los procesos industriales en formación procesable y útil para mantener el proceso en condiciones óptimas. Estos dispositivos logran mostrar información del proceso en tiempo real y casi en tiempo real(Wang & Siau, 2019).

## **IV DESARROLLO**

### **4.1 CHARLA DE INTRODUCCIÓN**

Es de carácter obligatorio que todo personal, en la etapa de introducción, al igual que el personal temporal, reciba una charla de introducción acerca de las normas de seguridad sobre la empresa. Esta charla se compone de las políticas y normas de la empresa, seguridad de trabajo que equipo de se debe utilizar para la seguridad del personal y por último la bioseguridad. En las políticas de la empresa se puede encontrar, la visión y misión de la empresa.

### **4.2 INDUCCIÓN**

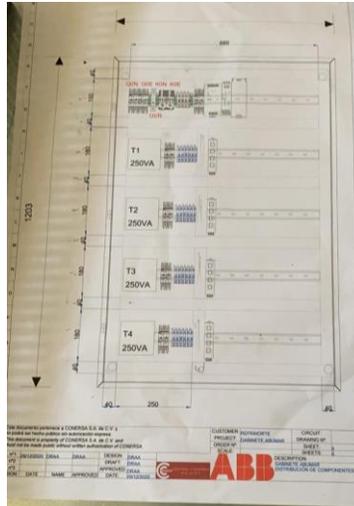
En Soluciones Técnicas las áreas para un ingeniero mecatrónico son un poco limitadas, es por esto que desde la primera semana de la práctica profesional comencé directo en el cargo que se me asignó. Aun sabiendo cual era mi cargo, me dieron un recorrido por todos los cargos dentro de la empresa para poder conocer todo lo que se hace dentro de la misma y conocer a fondo las tareas que desempeñan los otros empleados.

#### **A. SEMANA 1**

En la primera semana de la práctica, recibí una inducción sobre el personal que trabaja dentro de la empresa, debido a la pandemia normalmente solo vienen los técnicos que por los momentos ellos son el personal que más se necesita para sacar adelante los proyectos solicitados por los clientes, se mostró las áreas donde están ubicados todos los componentes electrónicos que se utilizan para armar los proyectos y también se mostraron las herramientas que se utilizan en el área de proyectos. Por último, se recibieron instrucciones acerca de la bioseguridad y equipo de seguridad para trabajar en esta área.

#### **B. SEMANA 2**

En la semana 2 se procedió conociendo un poco más a los técnicos cual es el fuerte de cada uno, todos tienen los mismos conocimientos, pero algunos hacen mejor trabajo en ciertas áreas que otros. Durante esta semana se comenzó a armar el primer proyecto de la práctica que fue armar un tablero de para una empresa llamada ABUMAR.



*Ilustración 10 Diseño de tablero de transformadores*

Fuente: Elaboración propia (2021).

Primero se diseña lo que el cliente desea lo que en este caso es un tablero de transformadores donde el cliente solicito que se dejara un espacio en donde ellos conectarían su PLC, luego se procede a buscar los componentes necesarios para armar el tablero y se procede para armar el tablero y ponerlo en un gabinete.



*Ilustración 11 Tablero de Transformadores*

Fuente: Elaboración Propia (2021)

### C. SEMANA 3

En la semana 3 se le realizo mantenimiento a un tablero de control que se le fabrico a Hondupalma que estaban teniendo problemas con un guardamotor y unas borneras, se hizo la visita a la empresa para observar el problema y poder solucionarlo y sustituir los componentes dañados.



*Ilustración 12 Tablero de control Hondupalma*

Fuente: Elaboración Propia (2021).

En el resto de la semana se procedió a programar un variador un variador de frecuencia de los nuevos modelos el cual ya posee conectividad bluetooth y puede ser programado desde el teléfono bajando la aplicación de ABB y luego solo hay que conectarse al variador vía bluetooth.



*Ilustración 13 Variador de frecuencia ACS880*

Fuente: Elaboración Propia (2021)

#### D. SEMANA 4

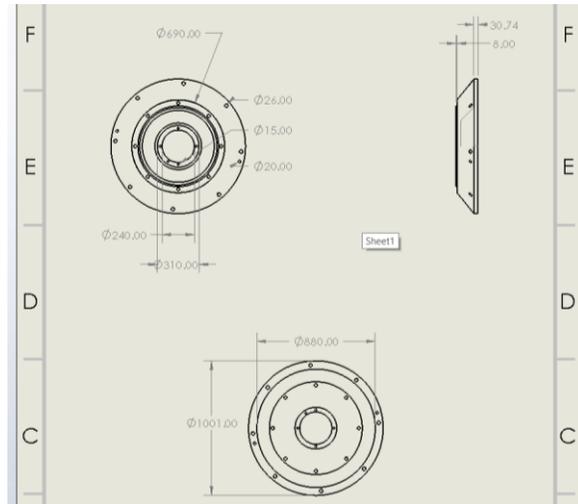
Durante la semana 4 se trabajó en el proyecto de un banco de capacitores para la empresa Flores&Flores en el que al igual que en el tablero de la primera semana primero se observa el diseño del tablero y se procede a armarlo, se presentó un problema en el cual el cliente solicitó capacitores de 25 KVA, pero no había suficientes capacitores de 25 KVA para completar el banco de capacitores por lo cual se tuvo que usar capacitores de 30 KVA.



*Ilustración 14 Banco de Capacitores Flores&Flores*

Fuente: Elaboración Propia (2021)

Durante la semana también se trabajó en el diseño del levantamiento de una brida para un motor de 130 KW para ARGOS.



*Ilustración 15 Diseño de Brida*

Fuente: Elaboración Propia (2021)

#### E. SEMANA 5

En la semana 5 no se solicitaron proyectos, pero vino inventario nuevo para continuar con proyectos pausado por lo cual al principio de la semana se tuvo que recibir y bajar todo el encargo en el cual vienen todo tipo de componentes como: motores grandes y pequeños de 1 HP de 55W hasta de 155W, vienen transformadores, variadores, fusibles, borneras fusileras entre muchos otros. Se procede a abrir cada una de las cajas para ver y contar si vienen los artículos correctos y la cantidad correcta ya que suele suceder que mandan artículos equivocados o no viene la cantidad solicitada. En lo que resta de la semana se procedió a categorizar cada uno de los componentes en su respectivo lugar, también apartar los equipos que ya están comprometidos con los proyectos pausados o que ya están vendidos como los motores que al solo llegar a la empresa se empacan para enviarlos al cliente ya que se ha vendido antes de que llegue a la instalación.



*Ilustración 16 Pedido de Componentes*

Fuente: Elaboración Propio (2021)

#### F. SEMANA 6

En semana 6 los de la aduana solicitaron un inventario de todo lo que hay dentro de la empresa lo cual se hizo en los primeros dos días ya que había que contar y mostrar cada herramienta, marca de herramienta y su utilidad y contar toda la utilería como escaleras, ventiladores, oasis entre otras cosas y como son muchas cosas llevo algo de tiempo.

	A	B	C
1	<b>Inventario SOTEC 2021</b>		
2	<b>Herramienta</b>	<b>Marca</b>	<b>Cantidad</b>
3	Taladro de Banco 1 1/2 HP	Truper	1
4	Taladro de Banco 3/4 HP	Truper	1
5	Taladro Electrico	DeWalt	2
6	Taladro Inalambrico	DeWalt	3
7	Soldadora 220V, 150A	Truper	1
8	Soldadora de arco Inverido 110V, 140A	Surtek	1
9	Tronchadora de Metal	DeWalt	1
10	Compresor 2HP 25L	Truper	1
11	Esmiril 120V	Stanley	1
12	Pulidora	DeWalt	1
13	Pulidora	Black & Decker	1
14	Sierra Circular	SkilSaw	1
15	Sierra Circular	DeWalt	1
16	Sierra Caladora	DeWalt	1
17	Pistola de Calor	DeWalt	1
18	Taladro Atornillador Inalambrico	Black & Decker	1
19	Cautin	Pretul	2
20	Extension Electrica 110V, 50ft	Truper	3
21	Lampara portatil con Extension	Truper	1
22	Extension Electrica Verde	Vikingo	2
23	Planta Eelctrica SUA12000E	iPower	1
24			
25	Punsonadora Hidraulica para barra	HydraFore	1
		HydraFore	1

*Ilustración 17 Inventario SOTEC*

Fuente: Elaboración Propia (2021)

En el resto de la semana se procedió a sacar unas equivalencias e unos PLC SIEMENS a PLC ABB y fuente de energía ya que se ofertaron estos componentes a una empresa llamada CADECA y originalmente ellos utilizan SIEMENS pero al ver que el PLC y fuente de energía ABB tiene mejores características optaron por cambiar sus viejos componentes SIEMENS por uno ABB por lo cual había que buscar un PLC y fuente de energía ABB que más se pareciera a los de SIEMENS para que no afectara en el trabajo del tablero dentro de la planta y poco a poco ir cambiando los otros componentes SIEMENS por unos ABB.

	A	B	C	D	E
1		Allan-Bradley	ABB - Controlador	ABB - Módulos	
2	Modelo	AB MLOGIX 1000 1761-L32AWA	AC500-eCo	DIS72	DO571
3	Power supply				
4	Voltaje (V)	120/240/VAC	120/240/VAC		
5	Potencia (W)				
6	Digital input				
7	Cantidad	20	8	16	0
8	Tipo	120VAC PNP/NPN	100/240/VAC	100/240/VAC	N/A
9	Digital output				
10	Cantidad	12	6	0	8
11	Tipo	Relé	Relé	N/A	Relé
12	Analog input				
13	Cantidad	0	0	0	0
14	Tipo	N/A	N/A	N/A	N/A
15	Analog output				
16	Cantidad	0	0	0	0
17	Tipo	N/A	N/A	N/A	N/A
18					
19	Conector		COM1		
20	Interfaz		RS-485		
21	Protocolo	RS-232, full-duplex	Modbus-RTU		
22	Conector		COM2		
23	Interfaz		RS-485		
24	Protocolo		Modbus-RTU		
25	Ethernet				
26	Conector		RI-45		
27	Interfaz				
28	Protocolo		Modbus TCP/IP		
29					

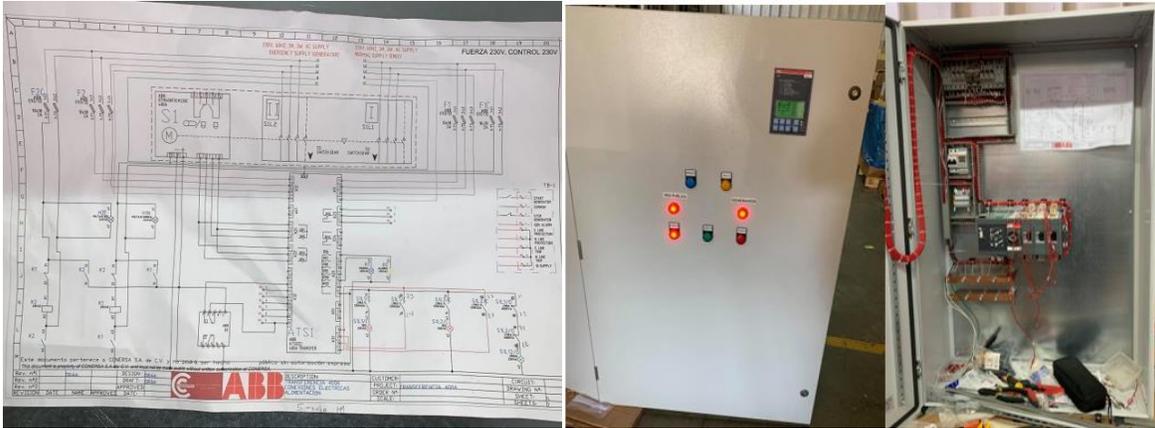
	A	B	C
1		SIEMENS	ABB
2	Modelo	6EP133-32BA00	CP-E 24/5.0
3	Power Supply		
4	Voltaje de Entrada AC	120/230V a 50/60Hz	115 / 230V AC 47/63 Hz
5	Potencia (W)	138W	120W
6	Corriente de Salida	5A	5A
7			
8	Tolerancia	187-264V	
9	Rendimiento a plena Carga y 230V	87%	
10	Interruptor de protección recomendado	10A	

*Ilustración 18 Equivalencia ABB*

Fuente: Elaboración Propia: (2021)

## G. SEMANA 7

En la semana 7 llegó un proyecto de una transferencia manual para un cliente llamado Lenny Gutiérrez, se hicieron los respectivos planos y se procedió a ensamblar los componentes de la transferencia y a cablearlos, durante las pruebas del tablero terminado hubo algunos problemas de que había una falla porque se había cableado al revés una bornera y por siempre es necesario hacerle las pruebas necesarias a los tableros de control antes de entregarlos para asegurarse de que funcionen correctamente y los clientes no presenten ninguna queja.



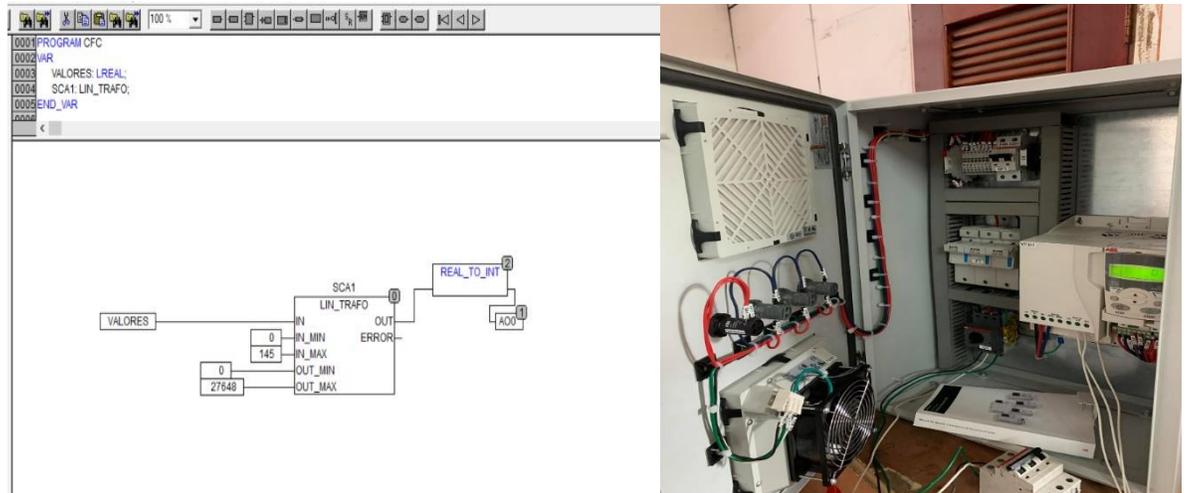
*Ilustración 19 Diagrama y tablero de la transmisión manual*

Fuente: Elaboración Propia (2021)

#### H. SEMANA 8

En la semana 8 se me asignó ser el asesor de un proyecto de estudiantes de PLC de TGU en el cual consistía en La automatización del suministro de agua de una planta consiste en el control de las diferentes etapas de la planta de tratamiento de agua (WTP) y las bombas generales de suministro. se guio a los estudiantes los componentes y dispositivos que ocuparían para poder montar un tablero de control, el cual debe tener dos modos; el automático y el manual. Este proceso de suministro de aguas utiliza: Motores y bombas (confirma de marcha, señal de falla, comando de arranques, referencia de velocidad) Válvulas (finales de carrera, comando de apertura/cierre, referencia de apertura), indicadores (luz piloto de proceso, luces piloto para estado del motor, estado de equipo), fallas y alarmas (fallas y alarmas debidamente mostradas en la interfaz, retenidas hasta recibir señal de restablecimiento de fallas). Se guio a los alumnos en la selección de los componentes y dispositivos adecuados para la elaboración del tablero para poder realizar el tablero de control de una forma correcta y optima.





*Ilustración 21 Programación de Salida AO y VFD*

Fuente: Elaboración Propia (2021).

## J. SEMANA 10

En la semana 10 se terminó un *switchboard* de 6300 amperios en el cual se fue trabajando desde la semana 1, se retrasó bastante con este proyecto porque el proveedor ABB mando los pedidos de los componentes faltantes por parte y con tiempos de entrega muy largos, este proyecto fue el más importante de la practica en cual se aplicaron muchos conocimientos aprendidos en la universidad, se calibraron unos analizadores M4M 20 que los que mostraran el voltaje y amperio de cada *breaker* y poder notar algún error. Todos los analizadores se conectaron mediante el protocolo de MODBUS y se utilizó una HMI para mostrar la lectura de cada breaker.



*Ilustración 22 SwitchBoard 6300<sup>a</sup>*

Fuente: Elaboración Propia (2021).

## K. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

	Actividades	Semanas									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		18-22 Ene	25-29 Ene	01-05 Feb	08-12 Feb	15-19 Feb	22-26 Feb	01-05 Mar	08-12 Mar	15-19 Mar	22-26 Mar
1	Recorrido por la planta										
2	Charla Introductoria										
3	Conocer los técnicos, sus fortalezas y debilidades										
4	Mantenimiento Tablero HonduPalma y programación VFD										
5	Banco de Capacitores para Flores & Flores										
6	Diseño del levantamiento de una brida										
7	Inventario de ABB										
8	Chequeo de Inventario en SOTEC										
9	Equivalencia de SIEMENS a ABB										
10	Proyecto de Transferencia Automática										
11	Asesor de Proyecto para estudiantes de PLC de TGU										
12	Programación de un PLC para pruebas en un VFD										
10	SWITCHBOARD de 6300 A para DINANT										

## **V CONCLUSIONES**

### **5.1 CONCLUSIÓN GENERAL**

Es muy importante una supervisión de las tareas que realizan los técnicos al momento que se realizan los proyectos, para un correcto cumplimiento de los estándares solicitados. Esto con la finalidad de no recibir quejas de los clientes que algún proyecto no cumplió con lo que el solicito o que no funcione de forma incorrecta. Al haber un pequeño número de técnicos, suelen suceder este tipo de problemas, pero siempre es necesario seguir el protocolo para entregar un producto calidad.

### **5.2 CONCLUSIONES ESPECIFICAS**

- Una organización de todo el inventario al momento de descárgalo y cuando se guarda en bodega es de suma importancia porque muchas veces vienen entregas incompletas o las fábricas mandan componentes equivocados y al momento de guardar los componentes se deben organizar bien para que cuando se estén realizando proyectos, saber dónde encontrar cada componente y no malgastar el tiempo ya que algunos proyectos se deben entregar en el mismo día que se solicitó.
- Al momento de realizar los proyectos, es necesario siempre llevar un orden y mantener todo bien organizado para que en un futuro que toque regresar a arreglar, mejorar o modificar el proyecto no perder tanto tiempo recordando como se hizo cada cosa o porque se puso tal componente o tal programación y poder hacer los cambios necesarios en poco tiempo.
- El trabajo en equipo es indispensable para la realización de los proyectos para así poder entregarlos en el tiempo solicitado.

## VI RECOMENDACIONES

- Ampliar la enseñanza en el área de PLC, UNITEC cuenta con una buena cantidad de PLC SIEMENS en los cuales los estudiantes hacen sus prácticas y aplican los conocimientos adquiridos. Pero en el campo se utiliza una variedad de controladores, PLC y softwares diferentes de otras marcas como Allan Bradley y ABB por mencionar otra marca aparte de SIEMENS. Cada uno de estos utilizan diferentes tipos de software los cuales sería muy útil verlos para no estar limitado a una sola marca.
- Implementar más viajes académicos en las clases de transformadores y redes industriales para que así el estudiante se pueda ir relacionando con los procesos industriales y los componentes utilizados en ellos. Mayormente el estudiante solo conoce los conceptos y la teoría de estos componentes y procesos. Esto podría ayudar a que los estudiantes se sientan más cómodos y ambientados al momento de hacer la práctica profesional y ayuda fomentar curiosidad en conocer más sobre dichos procesos.
- Mejorar los laboratorios de las clases de circuitos, electrónica y de transformadores. Ambientar los laboratorios a tareas más cotidianas dentro de la industria para que los estudiantes que no vienen de colegios técnicos también logren tener la misma experiencia dentro del área. La teoría ayuda para poder comprender los conceptos básicos, pero la práctica es fundamental para comprender el funcionamiento de los dispositivos dentro de la industria y no solo verlos con características ideales como se miran en los libros ya que dentro de la industria pueden suceder muchos problemas y errores.
- Agregar Redes industriales 2 como electiva profesional, ya que a mi parecer esa clase es muy importante dentro de la carrera de mecatrónica y mucho mas importante dentro de la industria, con solo una clase de redes industriales no se logra profundizar mucho en los protocolos de red industrial y con una segunda clase se podría abarcar muchos mas temas y como electiva queda a elección de cada alumno llevarla o no.

## VII BIBLIOGRAFÍA

Abdelhameed, R. M., & Radaf, I. M. E. (2018). Self-cleaning lanthanum doped cadmium sulfide thin films and linear/nonlinear optical properties. *Materials Research Express*, 5(6), 066402. <https://doi.org/10.1088/2053-1591/aac638>

Alvarez, H. (s. f.). *Diseño Simultáneo de Proceso y Control. Uso de efectos dinámicos en Ingeniería de Procesos*. 222.

Bastarrechea, A., Estrada, Q., Zubrzycki, J., Torres-Argüelles, V., Reynoso, E., Rodríguez-Mendez, A., & Coutiño, E. (2021). Mechanical design of a low-cost ABS hand prosthesis using the finite element method. *Journal of Physics: Conference Series*, 1736, 012039. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1736/1/012039>

Bo, Z., Jialiang, L., Hongxiang, C., Shijia, W., Xin'an, Q., Mingyu, C., Jiagao, X., & Jiaqi, G. (2021). Research on Single Event Effects of Ethernet MAC Controller on Manned Spacecraft. *Journal of Physics: Conference Series*, 1754(1), 012100. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1754/1/012100>

Campderrich Falgueras, B. (2013). *Ingeniería del software*. Editorial UOC. <https://elibro.net/es/lc/unitechn/titulos/56294>

Chien, S.-Y., Lewis, M., Sycara, K., Kumru, A., & Liu, J.-S. (2020). Influence of Culture, Transparency, Trust, and Degree of Automation on Automation Use. *IEEE Transactions on Human-Machine Systems*, 50(3), 205-214. <https://doi.org/10.1109/THMS.2019.2931755>

Deng, Y., & Wang, H. (2019). Research on Industrial Integration and Upgrading of Artificial Intelligence and Real Economy. *2019 12th International Conference on Intelligent Computation Technology and Automation (ICICTA)*, 692-695. <https://doi.org/10.1109/ICICTA49267.2019.00152>

Doughty, S. (s. f.). *Mechanics of Machines Ver 2.1*. En S. Doughty. Recuperado 19 de octubre de 2020, de [https://www.academia.edu/42271977/Mechanics\\_of\\_Machines\\_Ver\\_2\\_1](https://www.academia.edu/42271977/Mechanics_of_Machines_Ver_2_1)

Fadamiro, O. P., & Oke, A. E. (2019). The Level of awareness of automation technology in the construction industry. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 331, 012013. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/331/1/012013>

- Harahap, R., Adyatma, A., & Fahmi, F. (2018). Automatic control model of water filling system with Allen Bradley Micrologix 1400 PLC. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 309, 012082. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/309/1/012082>
- He, H., & Long, Y. (2021). Electrical Engineering and Automation Technology in Electrical Engineering. *Journal of Physics: Conference Series*, 1744(2), 022112. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1744/2/022112>
- Ir. Muhaimin, M. T. (2019). Dynamic Braking Application on Three Phase Induction Motor using PLC. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 536, 012097. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/536/1/012097>
- Kawale, H. D., & Kishore, N. (2019). Bio-oil production from a lignocellulosic biomass and its fuel characteristics. *Journal of Physics: Conference Series*, 1276, 012073. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1276/1/012073>
- Lemeshko, M. A., Kozhemiachenko, A. V., & Iliev, A. G. (2019). Adaptive drive and adaptive mechanisms of technological machines. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 564, 012080. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/564/1/012080>
- Li, H. (2020). Analysis of porosity in welding of titanium alloy. *2020 3rd International Conference on Electron Device and Mechanical Engineering (ICEDME)*, 486-489. <https://doi.org/10.1109/ICEDME50972.2020.00116>
- Li, X. (2019). Low cost intelligent household design based on Modbus/RTU protocol. *Journal of Physics: Conference Series*, 1345, 042014. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1345/4/042014>
- Li, Y., & Jiang, S. (2019). Application of Gait Recognition Technology in Badminton Action Analysis. *Journal of Physics: Conference Series*, 1345, 052008. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1345/5/052008>
- Liu, H. (2020). Research on the Application of Artificial Intelligence in Energy Science and Engineering Monitoring Software Engineering Technology under the Background of Big Data. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 440, 032058. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/440/3/032058>

- M. Y. Kuo, M., Andalam, S., & S. Roop, P. (2016). Precision Timed Industrial Automation Systems. *Proceedings of the 2016 Design, Automation & Test in Europe Conference & Exhibition (DATE)*, 1024-1025. [https://doi.org/10.3850/9783981537079\\_0186](https://doi.org/10.3850/9783981537079_0186)
- Martínez-Corral, L., Martínez-Rubín, E., Flores-García, F., Castellanos, G., Juárez, A., & López, M. (2009). Database development for alfalfa (*Medicago sativa* L.) characterization in an artificial vision system. *Phyton; Buenos Aires*, 78, 43-47.
- Moreno, D. C. R., & Rincón, L. E. O. (2016). Factores Críticos En La Industria Del Software/ Critic Factors in Software Industry/ Fatores Críticos Na Indústria Do Software/ Facteurs Critiques Dans L'industrie Du Software. *Criterio Libre; Bogotá*, 14(24), 170-198.
- Romanova, N., Kakhriyanova, D., Semenova, A., Safronova, A., & Belyaeva, E. (2020). Development of artificial intelligence as a modern business technology using the transport industry as an example. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 918, 012065. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/918/1/012065>
- Shin, S. (2006). Trend of Process Automation and Factory Automation. *2006 SICE-ICASE International Joint Conference*, 157-160. <https://doi.org/10.1109/SICE.2006.315392>
- Tadeus, D. Y., Yuniarto, & Yuwono, T. (2020). Prototype of wireless sensor network based on open industrial protocol: Modbus. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 801, 012140. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/801/1/012140>
- Talpasanu, I., & Talpasanu, A. (2019). *Mechanics of Mechanisms and Machines*. <https://doi.org/10.1201/9780429398308>
- Wang, W., & Siau, K. (2019). Artificial Intelligence, Machine Learning, Automation, Robotics, Future of Work and Future of Humanity: A Review and Research Agenda. *Journal of Database Management (JDM)*, 30(1), 61-79. <https://doi.org/10.4018/JDM.2019010104>
- Wei, A., Zhang, G., & Zhang, T. (2020). Research on Time Triggered Ethernet Scheduling Planning Method. *Journal of Physics: Conference Series*, 1518, 012007. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1518/1/012007>
- Xuan, L., & Yongzhong, L. (2019). Research and Implementation of Modbus TCP Security

Enhancement Protocol. *Journal of Physics: Conference Series*, 1213, 052058. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1213/5/052058>

Xue, F., Xiang, B., Kazezkhan, G., Wang, N., & Chen, M. (2019). Analysis of Industrial Ethernet used in Active Surface System of QTT. *Journal of Physics: Conference Series*, 1288, 012009. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1288/1/012009>

Yunwei, L., & Shiwei, J. (2019). Video Analysis Technology and Its Application in Badminton Sports Training. *Journal of Physics: Conference Series*, 1213, 022009. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1213/2/022009>

Zeng, J. (2018). The development and application of data mining based on cloud computing. *Journal of Physics: Conference Series*, 1087, 032008. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1087/3/032008>