



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

PRÁCTICA PROFESIONAL

MANTENIMIENTO Y ESTUDIO DE PROYECTOS DE AUTOMATIZACIÓN

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO

INGENIERO EN MECATRÓNICA

PRESENTADO POR:

21411179 JOHANN RENÉ BERRÍOS NAVARRO

ASESOR: ING. ORLANDO AGUILUZ

CAMPUS SAN PEDRO SULA

MARZO 2019

DEDICATORIA

A Dios: Por ser el motor en mi vida y siempre darme las fuerzas cuando más las necesitaba.

A mamá: Porque gracias a ti aprendí los valores que hoy me forjan como un hombre, por estar siempre para mí cuando más te necesitaba, por los sacrificios que haces a diario para que yo tenga la mejor educación posible y también por demostrarme que nunca debía darme por vencido

A papá: Porque gracias a ti aprendí que la vida es para aprender y para dar lo mejor posible como persona, por ser mi fuente de inspiración al haber salido adelante después de tantas dificultades.

A mis hermanos y hermanas: Son infinitas las dificultades que hemos pasado juntos sin embargo me han dado un buen ejemplo que en este mundo hay gracia y que no hay camino fácil hacia el éxito, porque gracias a ustedes aprendí como caminar sin tambalearme y si me caía ustedes me ayudaban a seguir adelante.

A mis amigos: Gracias a ustedes aprendí que, aunque el estrés llegue a niveles altos aun así hay momentos para divertirse.

INDICE

I.	Introducción.....	7
II.	Generalidades De La Empresa.....	8
2.1	Historia De La Empresa.....	9
2.2	Visión.....	9
2.3	Misión.....	9
2.4	Descripción Del Departamento O Unidad.....	9
III.	Marco Teórico.....	10
3.1	Controlador Lógico Programable.....	10
3.1.1	Sistema De Control.....	11
3.1.2	Partes De Un PLC.....	14
3.1.3	Plc Allen Bradley Compact Logix.....	16
3.2	Sistema Scada.....	20
3.2.1	Arquitectura De Un Sistema Scada.....	22
3.2.2	Transporte De Señal.....	23
3.2.3	Pantallas HMI.....	25
3.2.4	Indusoft.....	26
3.2.5	Ignition.....	27
3.3	Bases De Datos.....	27
3.3.1	Bases Datos Relacionales.....	28
3.3.2	Base De Datos Access.....	29
3.3.3	Partes de una base de datos.....	29
3.4	Producción.....	30
3.4.1	Inventario.....	31
3.4.2	Empaque.....	31
3.5	OEE.....	32
3.6	Industria textil en Honduras.....	33
IV.	Metodología.....	36
4.1	VARIABLES DEPENDIENTES.....	36

4.2	VARIABLES INDEPENDIENTES	37
4.3	ENFOQUE Y MÉTODO	37
	Enfoque Cualitativo. Nos permite identificar la estructura y ejecución de la maquinaria utilizada, así como de los softwares en el proyecto.	37
	Técnicas E Instrumentos Aplicados.....	37
4.4	Cronograma de Actividades.....	38
V.	Descripción del Trabajo.....	39
5.1	IMSA:.....	39
5.2	FINOTEX:.....	39
5.3	RLA:.....	39
5.4	Alcon.....	40
VI.	Conclusiones.....	41
VII.	Recomendaciones.....	42
	Hacia la empresa.....	42
	Hacia la universidad.....	42
VIII.	Bibliografía.....	43

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración1.	Esquema de interconexión de un sistema SCADA.....	12
Ilustración2.	Bloques internos que componen un PLC.....	15
Ilustración3.	Arquitectura básica de un PLC.....	16
Ilustración4.	Bloque de Funciones.....	17
Ilustración5.	Diagrama de Escalera.....	18
Ilustración6.	Texto Estructurado.....	18
Ilustración7.	PLC CompactLogix con módulos de entrada y salida.	19
Ilustración8.	PLC CompactLogix.....	20

Ilustración9.	Ejemplo Software de SCADA para el control de depósitos, tuberías, válvulas y bombas de un proceso hidráulico.....	22
Ilustración10.	Estructura básica de un sistema de supervisión y mando	23
Ilustración11.	Principio de tratamiento de señales balanceadas	24
Ilustración12.	Bucle analógico de corriente.....	25
Ilustración13.	Pantalla HMI Siemens.....	26
Ilustración14.	Wonderware InduSoft Web Studio	26
Ilustración15.	Software Ignition.....	27
Ilustración16.	Esquema de la base de datos que se utilizará en los ejemplos.	28
Ilustración17.	Base de datos Access	29
Ilustración18.	Clasificación de la OEE.....	32

RESUMEN EJECUTIVO

El presente informe se enfoca en el mantenimiento y en la automatización de diferentes proyectos realizados por la empresa Ingeniería y Sistemas (INSI) en plantas como ser: RLA Manufacturing, PACASA, IMSA, entre otras.

En este informe se dará a conocer sobre las diversas actividades y asignaciones que me fueron asignadas obteniendo conocimiento que me serán muy útiles a lo largo de mi profesión como ingeniero.

Dicho informe está estructurado por cinco capítulos tomando en cuenta que tiene una orientación cronológica. Estos capítulos se estructuran de la siguiente manera, principalmente dando a conocer los objetivos de la práctica, secundada por una pequeña descripción de la empresa donde realice dicha práctica, seguido por el marco teórico donde daremos a conocer todos los equipos y conceptos, el tipo de enfoque metodológico, una descripción del trabajo que se realizó, finalizando con las conclusiones y recomendaciones.

GLOSARIO

1. **OEE (Overall Equipment Effectiveness):** Es un concepto que significa eficiencia general de la máquina.
2. **IBA:** Es un software que es para la extracción de datos de una máquina y es utilizada en gran escala en la manufactura pesada.
3. **PLC:** Controlador Lógico Programable sirve para transmitir datos hacia la maquina
4. **OPC:** El OPC es un estándar de comunicación en el campo del control y supervisión de procesos industriales, basado en una tecnología Microsoft, que ofrece una interfaz común para comunicación que permite que componentes de software individuales interactúen y compartan datos.
5. **Base de Datos:** Una base de datos es un conjunto de datos pertenecientes a un mismo contexto y almacenados sistemáticamente para su posterior uso.
6. **Manufacturing Execution System (MES):** Los sistemas de ejecución de fabricación son sistemas computarizados utilizados en la fabricación, para rastrear y documentar la transformación de materias primas en productos terminados.
7. **Enterprise Resource Planning (ERP):** La planificación de recursos empresariales es la gestión integrada de los procesos empresariales centrales, a menudo en tiempo real y mediada por software y tecnología.
8. **Downtime(Inactividad):** El término tiempo de Downtime se utiliza para referirse a los períodos cuando un sistema no está disponible.
9. **Runtime (Tiempo de Producción):** Es simplemente el tiempo de producción planificado menos el Downtime.
10. **Disponibilidad:** La disponibilidad tiene en cuenta todos los eventos que detienen la producción planificada el tiempo suficiente para que sea lógico rastrear una razón para estar inactivo.
11. **Rendimiento:** Tiene en cuenta todo lo que hace que el proceso de fabricación se ejecute a una velocidad inferior a la máxima posible cuando se está ejecutando.
12. **Calidad:** Tiene en cuenta las piezas fabricadas que no cumplen con los estándares de calidad, incluidas las piezas que necesitan reparar.

13. **Tiempo de Ciclo Ideal:** Es el mínimo tiempo de un ciclo en el que se espera que el proceso transcurra en circunstancias óptimas.
14. **OEE:** Es un indicador que mide la eficacia de la maquinaria industrial, y que se utiliza como una herramienta clave dentro de la cultura de mejora continua.
15. **Ignition:** Es un software dedicado para uso de sistemas SCADA.
16. **Industria 4.0:** Es la cuarta Revolución técnica-económica que se refiere a la acumulación de datos en grandes cantidades.
17. **Query:** Se refiere a la parte de URL donde se contienen los datos que deben pasar a aplicaciones web.

I. INTRODUCCIÓN

El desarrollo en la industria a nivel mundial se hace cada vez más notable, siendo este el caso de la ciudad industrial San Pedro Sula, Honduras. La situación en el que viven los estudiantes hondureños en especial los ciudadanos en general, se tiene una idea de que la tecnología no existe en el país o que no existe personal capacitado que trabajen para ello, siendo esto una idea errónea ya que las fábricas y empresas omiten el sistema antiguo de control mecánico de sus máquinas y empiezan a automatizarlas y usar electrónica y también el internet dentro de ellas, lo que trae grandes ahorros energéticos, facilidades en su producción, menor desgaste por fricción en la maquinaria, mejor control y eficiencia en los sistemas.

Para sobresalir en el área de automatización se desarrollarán una serie de visitas programadas en diferentes plantas tales como son:

PACASA, IMSA, ELCATEX, FINOTEX, RLA entre otros.

II. OBJETIVOS

Los objetivos de una investigación expresan la dirección de esta, es decir, los fines o los propósitos que se esperan alcanzar con el estudio del problema planteado. Por tal razón, se dice que los objetivos constituyen la finalidad de la investigación. Estos deben responder a la pregunta: ¿qué se pretende alcanzar con la investigación?, por ello es habitual que su redacción comience con un verbo en infinitivo que denote la búsqueda de un conocimiento. Entre los verbos más empleados están: determinar, identificar, describir, establecer, demostrar, comprobar. No deben utilizarse: conocer, estudiar, comprender, entre otros, cuya acción está implícita en el mismo acto investigativo. (Lam, 2005)

Con lo anterior ya aclarado se puede continuar con la redacción de los objetivos de manera clara para verificar que los propósitos del proyecto sean los correctos de acuerdo al tema.

2.1 OBJETIVO GENERAL

Desarrollar habilidades en el área de automatización y mecánica para mejorar las adquiridas en la universidad.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Cambiar la pantalla de IMSA y evaluar el estado de la misma.
- Realizar un demo de OEE para la maquina Nielpeter 1 de manera eficiente haciendo uso de los parámetros que se requerían.
- Seleccionar un software de SCADA para la planta FINOTEX.
- Realizar una cotización en ALCON para la tolva con previa consulta del ingeniero en jefe.

III. GENERALIDADES DE LA EMPRESA

3.1 HISTORIA DE LA EMPRESA

Ingeniería y Sistemas inicia sus operaciones en el mes de Julio del año 2011 en la ciudad de Comayagua buscando ofrecer servicios a clientes en el área centro y sur de país. Luego de varias etapas del desarrollo de la compañía, en el año 2014 nos trasladamos completamente a la ciudad de San Pedro Sula para realizar proyectos de clientes en el área. Hemos formado parte del desarrollo de las empresas hondureñas en diferentes rubros de negocio como: Alimentos, bebidas, combustibles, energía, panificadoras, Textiles.

3.2 VISIÓN

Consolidarse como una empresa líder en la automatización, proyectos Integrados y suministros industriales en el mercado Centroamericano.

3.3 MISIÓN

Cumpliremos nuestros objetivos ofreciendo altos estándares de calidad, cumpliendo el tiempo acordado, trabajando con integridad y honestidad con nuestros clientes, y un clima laboral agradable y retador.

3.4 DESCRIPCIÓN DEL DEPARTAMENTO O UNIDAD

El departamento encargado desde el análisis hasta la implementación de un proyecto que se realizara, se nombra Departamento de Ingeniería que cuentan con varios años de experiencia en el campo laboral de la automatización.

IV. MARCO TEÓRICO

4.1 CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE

Según Moreno (2013) afirma: Según lo define la Asociación Nacional de Fabricantes Eléctricos de los Estados Unidos un PLC – Programmable Logic Controller (Controlador Lógico Programable) es un dispositivo digital electrónico con una memoria programable para el almacenamiento de instrucciones, permitiendo la implementación de funciones específicas como ser: lógicas, secuenciales, temporizadas, de conteo y aritméticas; con el objeto de controlar máquinas y procesos. También se puede definir como un equipo electrónico, el cual realiza la ejecución de un programa de forma cíclica.

A lo que se puede definir el PLC como un procesador que realiza una acción de manera cíclica y además se puede utilizar de manera automatizado. Su nombre lo dice es un controlador que además da retroalimentación esto a que se cuenta con un módulo de memoria interna.

Cualquier sistema controlado puede serlo de dos maneras, si nos ceñimos a los caminos de la información dentro del mismo: -Confianto absolutamente en que los parámetros de diseño son correctos y que las órdenes que enviemos al sistema serán cumplidas. –Vigilando continuamente que las órdenes enviadas se cumplen y realizando las correcciones adecuadas siempre que sea necesario. (Rodríguez Penin, 2013).

Este dato se extraerá a partir de un sensor de funcionamiento cuando la maquina esté funcionando; para la parte de producción se tomará a partir de un sensor que lleva el conteo de lo producido durante el período necesario. Señal que se llevara directamente a la base de datos, por medio del PLC conectado a la red, seguidamente se llevará la información ya como un número al software Ignition para que el personal correspondiente pueda verlo y en tiempo real de una manera confidencial.

4.1.1 SISTEMA DE CONTROL

Los parámetros y las ordenes enviadas al PLC son muy exigidas por lo que la comunicación debe ser muy segura. Cuando se analiza un sistema este puede ser de lazo cerrado o de lazo abierto.

El lazo cerrado tiene una ventaja sobre el lazo abierto que es retroalimentación del sistema y para eso se utiliza el PLC.

Según Ogata (2010) afirma:

Los sistemas en los cuales la salida no tiene efecto sobre la acción de control se denominan sistemas de control de lazo abierto, en otras palabras, en un sistema de control de lazo abierto no se mide la salida ni se realimenta para compararla con la entrada.

Los sistemas de lazo abierto son considerablemente más baratos que los de lazo cerrado, pues estos últimos requieren un sensor que les de retroalimentación de manera efectiva y precisa, es importante saber cuál es la diferencia de estos, para ver en qué aplicaciones va dirigido cada cual.

En el sistema de control a lazo cerrado, el controlador se alimenta de la señal de error de desempeño, la cual representa la diferencia entre la señal de entrada y la señal de realimentación con el fin de reducir el error y llevar la salida del sistema a un valor deseado. (Carrillo Paz, 2011, p.24)

Los errores de un sistema son muy altos cuando estos conllevan a muchos procesos, la retroalimentación tiene como fin reducir los errores o eliminarlos totalmente. Hay personas que son encargadas de las plantas con funciones en líneas de producción, estas personas tienen que cumplir con metas y si tienen errores en el sistema, les impide generar la meta proporcionada.

Lo que circula entre el controlador y el controlado es algo que llamamos información. La información puede definirse como cualquier tipo de energía que puede ser emitida y, después, detectada. En sistemas de control, la información sufre tres cambios; 1-es

producida por el sistema a controlar, e interpretada por medio de los diferentes elementos denominados sensores. 2- Se transmite hacia el sistema de control, donde es procesada y da lugar a una nueva información. 3- Se emite y codifica, de manera que pueda ser introducida en el sistema mediante unos convertidores que denominamos actuadores. (Rodríguez Penin, 2013)

En el sistema que se evaluó para la extracción de datos se realiza en un sistema que es considerado como lazo cerrado y este cuenta con un actuador el cual es una cinta transportadora, un sensor de conteo del producto terminado, un sensor de encendido de la banda transportadora; los cuales sirven para dar retroalimentación de la línea de producción, así como para extraer las señales para el scada.

El término sensor se refiere a un elemento que produce una señal relacionada con la cantidad que se está midiendo, con frecuencia se utiliza el término transductor en vez de sensor. Los transductores se definen como el elemento que al someterlo a un cambio físico experimenta un cambio relacionado. Es decir, los sensores son transductores. (W. Bolton, 2013).

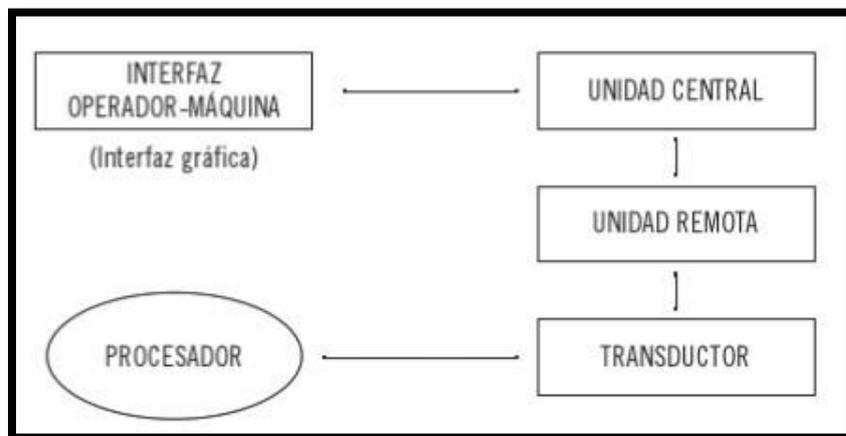


Ilustración1. Esquema de interconexión de un sistema SCADA

Fuente:(Pardo Alonso, 2012)

Los sensores que se utilizan en el proyecto son sensores de 4 – 20 mA los cuales están siendo leídos por el PLC Allen Bradley en conjunto con un sistema de codificación para poder leer las señales.

La utilización de sensores es indispensable en la automatización de industrias de proceso y manufacturados, incluida la robótica, en ingeniería experimental, en sectores no productivos como son el ahorro energético y el control ambiental (aire, ruido, calidad del agua), en automóviles y electrodomésticos, en la agricultura y medicina, etc. Incluso los equipos de gestión de datos, alejados de las aplicaciones industriales, incorporan internamente para su funcionamiento correcto varios sensores. (Areny, 2003).

Los sensores en esta línea de producción son tan necesarios para la economía de la empresa así como para la calidad de los productos realizadas. En este caso se considera que es producto alimenticio por lo cual este requiere mayor cuidado y precisión para que este cumpla con los estándares que tienen las marcas que se tratan en esta planta. Esta planta cuenta con numerosos procesos donde se requiere el uso de un sensor, estos son de vital importancia para la puesta en marcha de las máquinas, así como de las instalaciones.

La mayoría de los sistemas mecatrónicas involucran movimiento o acción de algún tipo. Este movimiento o acción se puede aplicar a cualquier cosa, desde un simple átomo hasta una gran estructura articulada; y se crea mediante una fuerza o momento de torsión que resulta en aceleración y desplazamiento. Los actuadores son los dispositivos que se usan para producir este movimiento o acción. (Alciatore & Hystand, 2008).

Los actuadores en el proceso son de vital importancia, pues se trata de comida y por lo tanto esta debe de ir con todas las normas que le corresponden, aunque muchos de los actuadores no están directamente involucrados con la comida, si es necesario que se maneje un sistema de fallas pues de esta manera se logra que el sistema al presentar un

error pueda regularse a los cambios en la configuración que tenga por parte de la retroalimentación.

4.1.2 PARTES DE UN PLC

En la actualidad el uso de los autómatas programables está generalizado en la industria, aunque en otros sectores, como la domótica, también tiene gran presencia. Los PLC permiten procesar de forma inteligente las señales precedentes de multitud de variables físicas que existen en los procesos industriales y actuar en consecuencia. (Martin & García, 2009)

Un controlador lógico programable o PLC a nivel de hardware por lo general viene estructurado de la siguiente:

- Fuente de alimentación: Es la que proporciona la corriente necesaria para que los circuitos puedan funcionar.
- Batería: Esta es necesaria para alimentar la memoria RAM, siempre y cuando el PLC no cuente con una memoria no-volátil.
- Módulo de memoria: Es donde se almacena la información del programa y puede ser no-volátil o volátil.
- Módulo de entrada: Se utiliza para recibir las señales y estas son por pulsos eléctricos.
- Módulo de salida: Por aquí se utiliza para comunicarse con unidades de programación, con otros PLC y pantallas HMI.

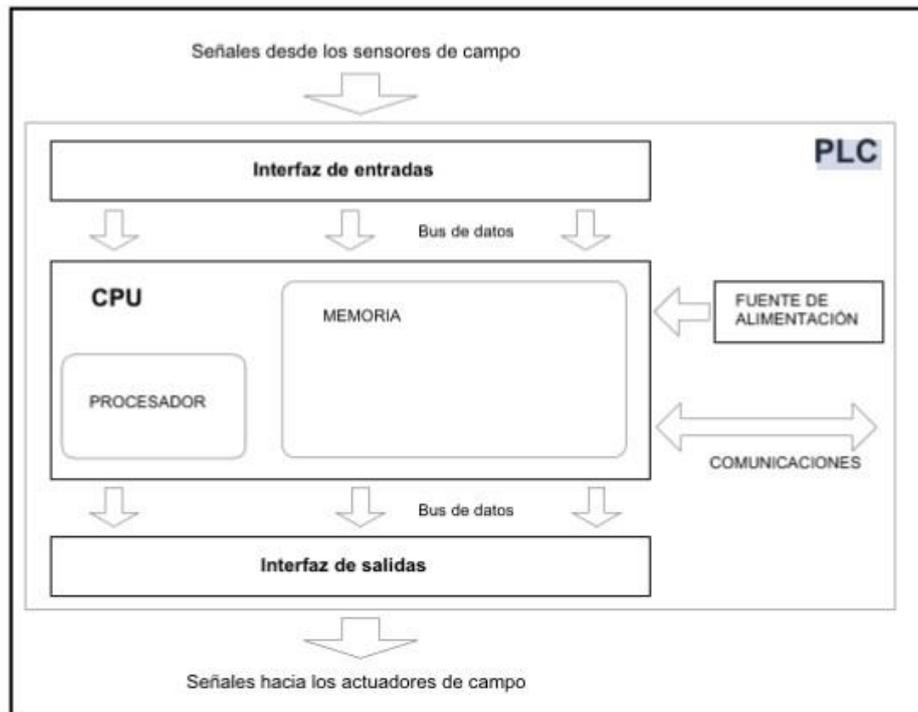


Ilustración2. Bloques internos que componen un PLC

Fuente: (Daneri, 2008)

De las antes mencionadas la más importante de todas es la CPU o unidad central de procesamiento, ya que prácticamente es el cerebro de nuestro controlador en la cual se realizan gran cantidad de cálculos matemáticos y procesos simultáneamente.

“La arquitectura hardware del PLC consiste de una CPU para el control de cálculos; memoria operativa para datos temporales, memoria de programa, convertor A/D y D/A como interfaces con los valores del proceso” (Ramírez Despaine, Moreno Vega, & Cabrera Sarmiento, 2011, p. 17).



Ilustración3. Arquitectura básica de un PLC

Fuente: (Barrientos. A. & Gamba, 2014).

4.1.3 Plc Allen Bradley Compact Logix

Tabla1. Componentes del sistema de control CompactLogix 5370

Tabla 1 - Componentes del sistema de control CompactLogix 5370

Componente del sistema	Familia de productos		
	Controladores CompactLogix 5370 L1	Controladores CompactLogix 5370 L2	Controladores CompactLogix 5370 L3
Tarjeta Secure Digital (SD) para memoria no volátil externa	<ul style="list-style-type: none"> Tarjeta 1784-SD1 – Se envía con el controlador CompactLogix 5370 y ofrece 1 GB de memoria Tarjeta 1784-SD2 – Disponible mediante compra por separado y ofrece 2 GB de memoria 		
Módulos de E/S	<ul style="list-style-type: none"> 16 puntos de entradas digitales de 24 VCC incorporadas – El voltaje de entrada nominal es 24 VCC, pero el rango de operación es de 10...28.8 VCC 16 puntos de salidas digitales de 24 VCC incorporadas – El voltaje de entrada nominal es 24 VCC, pero el rango de operación es de 10...28.8 VCC Módulos expansores locales – Módulos 1734 POINT I/O™ E/S distribuidas – Múltiples líneas de productos de módulos de E/S sobre una red EtherNet/IP 	<ul style="list-style-type: none"> 16 puntos de entradas digitales de 24 VCC incorporadas 16 puntos de salidas digitales de 24 VCC incorporadas Solo controladores 1769-L24ER-QBFC1B y 1769-L27ERM-QBFC1B <ul style="list-style-type: none"> Cuatro contadores de alta velocidad incorporados Cuatro puntos de entradas analógicas universales incorporadas Dos puntos de salidas analógicas incorporadas Módulos expansores locales – Módulos 1769 Compact I/O E/S distribuidas – Múltiples líneas de productos de módulos de E/S sobre redes DeviceNet y EtherNet/IP 	<ul style="list-style-type: none"> Módulos expansores locales – Módulos 1769 Compact I/O E/S distribuidas – Múltiples líneas de productos de módulos de E/S sobre redes DeviceNet y EtherNet/IP
Botón de restablecimiento	Si se mantiene presionado durante el encendido del controlador, borra el programa de usuario de la memoria interna del controlador.		

Fuente: Manual del usuario para controladores CompactLogix 5370

El PLC Allen Compact Logix, es considerado internacionalmente y cuenta con las siguientes certificaciones según:

- ATEX
- CE
- c-UL-us
- EtherNet/IP
- IECEX
- KC
- RCM
- TUV Rheinland
- UL Listed

Ademas cuenta con un software integrado en el cual se puede programar con diferentes tipos de lenguaje dentro de los cuales encontramos:

- Escalera o de contactos.
- Diagrama de bloques funcionales.
- Lenguaje estructurado.

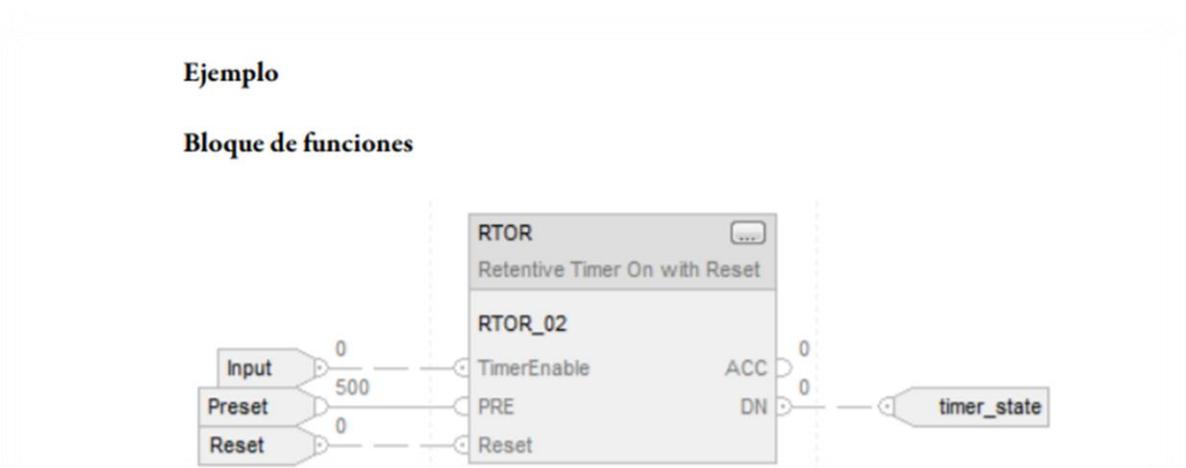


Ilustración4. Bloque de Funciones

Fuente: Instrucciones generales de los controladores Logix5000 Manual de referencia, 989.

Ejemplo

Diagrama de escalera



Ilustración5. Diagrama de Escalera

Fuente: Automation, R. (s. f.). Instrucciones generales de los controladores Logix5000 Manual de referencia, 989.

Texto estructurado

```
TOFR_01.PRE := 500;  
TOFR_01.Reset := Reset;  
TOFR_01.TimerEnable := Input;  
TOFR(TOFR_01);  
timer_state := TOFR_01.DN;
```

Ilustración6. Texto Estructurado

Fuente: Instrucciones generales de los controladores Logix5000 Manual de referencia, 989.

Los controladores CompactLogix® ofrecen la memoria, velocidad y capacidades de procesamiento para cumplir con las demandas de aplicaciones de plantas básicas hasta procesos de alto rendimiento y aplicaciones de seguridad y movimiento, que («Controladores CompactLogix 5380», s. f.):

- Envasado en blíster.
- Alimentadores.
- Alimentos y bebidas.
- Etiquetado y envasadoras.
- Empaquetado.
- Petróleo y gas.
- Forma, relleno y sellados verticales.
- Agua/Aguas residuales.



Ilustración7. PLC CompactLogix con módulos de entrada y salida.

Fuente: Página oficial de Allen Bradley



Ilustración8. PLC CompactLogix.

Fuente: Página oficial de Allen Bradley

4.2 SISTEMA SCADA

Un sistema SCADA permite una interacción entre el usuario y la planta o sistema a controlar. Dichos elementos de interacción se basan en paneles o pantallas con gráficos visuales que permiten a usuarios poco experimentados o implicados en el control a bajo nivel comprender e interpretar los valores que se recogen del estado de una planta. El control directo se realiza gracias a los autómatas programables, robots, reguladores analógicos, PCs industriales, etc., que reciben consignas a través del operario mediante los sistemas SCADA y de los parámetros de la planta a controlar, a través de sensores. (Pardo Alonso, 2012, p. 160).

Los sistemas SCADA nos permite visualizar, escribir y sobrescribir datos para sistemas en de producción, planeación, mantenimiento entre otros.

En este caso el sistema SCADA nos permitirá visualizar cual es el estado de producción de la planta PROALSA en el área de empaquetado.

“ Para llevar a cabo la monitorización necesitamos de un «monitor» donde mostrar los datos y un programa que los recoja, ordene y muestre (conocido como «Scada»: Supervisory Control And Data Acquisition) que genera la acción del monitor” (Colmenar Santos & Borge Diez, 2015, p. 14).

Es necesario tener un monitor para poder observar los datos que están funcionando en el sistema. Una simple pantalla HMI se podría utilizar fácilmente o una computadora en una de las oficinas principales sería más efectivo pues de esta manera lo miran los supervisores.

Castro Gil, Díaz Orueta, & Mur Pérez (2007) Mencionan que:

Además, el operador puede interactuar con esta representación gráfica de la planta a través del ratón y teclado del PC, pudiendo tanto cambiar el estado de salidas digitales (por ejemplo, ordenar abrir o cerrar una válvula) como cambiar consignas en reguladores, utilizando el PC la red para comunicar estas acciones a los nodos pertinentes. (p. 372)

Es importante desarrollar el sistema del SCADA de manera que pueda ser sencillo de operar y de verificar los datos; tanto para el operario como para el supervisor, pues ellos tienen el control del sistema en tiempo real.

La gran cantidad de datos registrados nos aporta una gran riqueza de información susceptible de ser tratada estadísticamente para mejorar el proceso productivo. (Pardo Alonso, 2012, p. 160)



Ilustración9. Ejemplo Software de SCADA para el control de depósitos, tuberías, válvulas y bombas de un proceso hidráulico.

Fuente:(Pardo Alonso, 2012)

A pesar de la gran cantidad de funciones que un sistema SCADA podemos concluir que existen dos funciones fundamentales que deben cumplirse estrictamente en un sistema SCADA, según (Colmenar Santos & Borge Diez (2015) "Las dos funciones básicas de un programa SCADA son: Adquisición de datos de un proceso a controlar y Gestión de esos datos" (p.71).

4.2.1 ARQUITECTURA DE UN SISTEMA SCADA

Los múltiples avances en el campo de la automatización han dado como resultado la estructuración de un control de procesos desde la comodidad de un ordenador. De esta manera se busca controlar los procesos completos de la planta desde una computadora. Desde esta perspectiva el sistema se encuentra dividido en tres bloques principales:

- Software de adquisición de datos y control (SCADA).
- Sistema de adquisición de datos y mando (sensores y actuadores). ❖ Sistema de interconexión(comunicaciones).

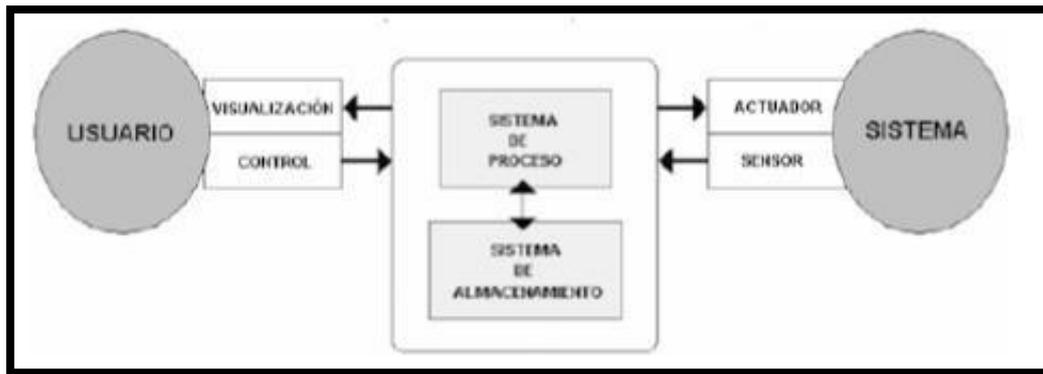


Ilustración10. Estructura básica de un sistema de supervisión y mando

Fuente: (Rodríguez Penin, 2013)

La transmisión de los datos entre el Sistema de Proceso y los elementos de campo (sensores y actuadores) se lleva a cabo mediante los denominados buses de campo. La tendencia actual es englobar los sistemas de comunicación en una base común, como Ethernet Industrial. Toda la información generada durante la ejecución de las tareas de supervisión y control se almacena para disponer de los datos a posteriori. (Rodríguez Penin, 2013, p. 29)

4.2.2 TRANSPORTE DE SEÑAL

Es necesario transportar las señales eléctricas las cuales contienen los datos del sistema a evaluar en este ámbito, se pueden argumentar los principales los cuales son:

- Cable eléctrico
- Fibra óptica
- Enlace óptico
- Radiofrecuencia
- Satélite

4.2.2.1 Sistemas de transmisión de la señal

Se considera importante la transmisión de la señal por lo que se requieren métodos eficaces y con los que no se tenga ningún tipo de incertidumbre si la señal se perdió o si verdaderamente llegó en su totalidad, se pueden transmitir por medio de tensión, corriente, y por señal modulada.

Por medio de tensión puede ser:

- RS-232
- RS-422 A
- RS-485
- TTL

Rodríguez (2013) afirma que: "La transmisión por señales de tensión no es recomendable en distancias importantes. Ello es debido a que la tensión depende de la resistencia del cable y de las capacidades del mismo, factores determinados por las dimensiones físicas del mismo" (p.5.7).

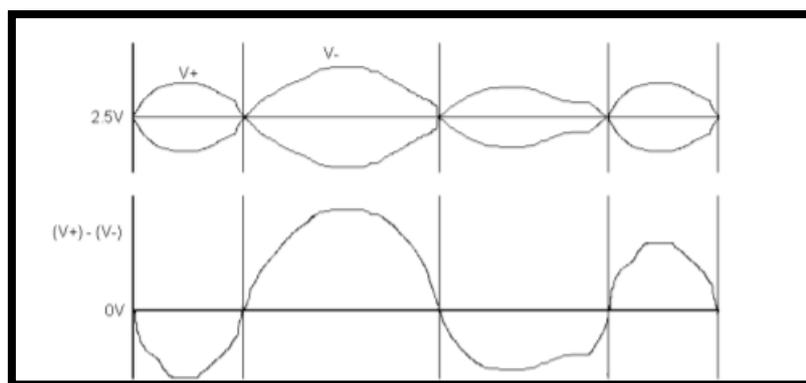


Ilustración11. Principio de tratamiento de señales balanceadas

Fuente: (Penin, 2013).

Tabla2. Resumen de niveles de tensión

	Señal	Elementos	Distancia (m)	Velocidad (Kbit/s)
RS232	Asimétrica	1	15	20
RS422	Simétrica	10	1200	10.000
RS485	Simétrica	32	50	10.000

Fuente: (Penin, 2013).

Por Bucle de corriente tiene menos pérdidas con respecto a la tensión y a su vez permite transportar potencia hacia los dispositivos, lo cual se considera más eficaz con situaciones

remotas.

Se consideran 4 elementos en el bucle de 4 a 20 miliamperios los cuales son:

- Emisor
- Receptor
- Cable
- Alimentación del bucle o sistema

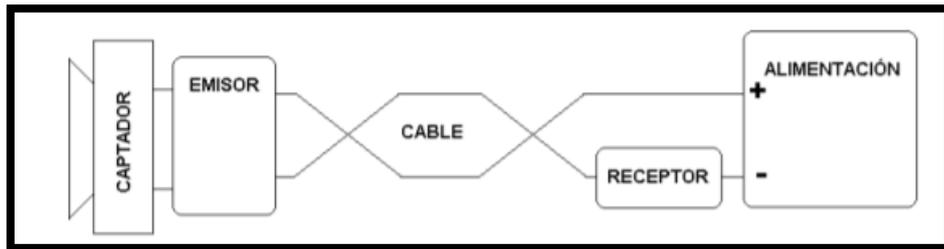


Ilustración12. Bucle analógico de corriente

Fuente: (Rodríguez Penin, 2013)

La señal modulada está orientada a la industria. En esta técnica, la línea de alimentación de potencia incluye también la comunicación con los nodos de la red. Como cada nodo tiene un consumo en reposo, del orden de pocos miliamperios, puede conmutar su estado entre dos niveles, alterando las características de impedancia de la red y generando caídas de tensión detectables por los demás nodos. (Penin, 2013)

La señal modulada también se clasifica por el proceso donde es aplicado y estas puede ser de:

- Banda Base
- Portadora

4.2.3 PANTALLAS HMI

El Interface humano-máquina o mejor conocido por sus siglas en inglés como HMI.

“El sistema a controlar aparece ante el usuario bajo un número más o menos elevado de pantallas con mayor o menor información. Podemos encontrar planos, fotografías, esquemas eléctricos, gráficos de tendencias, etcétera” (Penin, 2013, p. 1.18).

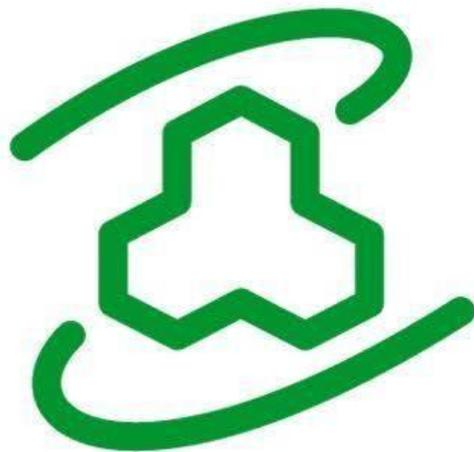


Ilustración13. Pantalla HMI Siemens

Fuente: Página oficial de Siemens

4.2.4 INDUSOFT

InduSoft Web Studio® es un software de automatización que proporcionan todos los bloques de construcción de automatización para desarrollar HMI, sistemas SCADA y soluciones de instrumentación integradas.



**InduSoft
Web Studio
Certified System Integrator**

Ilustración14. Wonderware InduSoft Web Studio

Fuente: Página oficial Indusoft

4.2.5 IGNITION

El software de Ignition es la primera plataforma de aplicación industrial verdaderamente universal para conectar todos sus datos y para diseñar y desplegar aplicaciones industriales en toda la empresa, sin límites.



Ilustración15. Software Ignition

Fuente: Página oficial de Ignition

4.3 BASES DE DATOS

Una base de datos es un conjunto de datos almacenados en memoria externa que están organizados mediante una estructura de datos. Cada base de datos ha sido diseñada para satisfacer los requisitos de información de una empresa u otro tipo de organización como, por ejemplo, una universidad o un hospital. Antes de existir las bases de datos se trabajaba con sistemas de ficheros (Marqués & e-libro, 2011).

En la actualidad, las bases de datos se usan tan ampliamente que se pueden encontrar en organizaciones de todos los tamaños, desde grandes corporaciones y agencias gubernamentales, hasta pequeños negocios e incluso en hogares. Las actividades diarias con frecuencia lo ponen en contacto con las bases de datos, ya sea directa o indirectamente (Ricardo Catherine, 2009, p.2)

Las bases de datos están en las empresas en softwares de aplicación o de retención de datos los cuales se miran con frecuencia, en las actividades de almacenamiento de datos. En muchos sistemas de almacenamiento se requiere un SQL para datos que son de suma

importancia es por eso que la programación de la base de datos es de suma importancia.

Las principales bases de datos utilizadas con mayor costumbre por su fácil manejo son:

- MySQL
- SQL Server
- Oracle
- Access

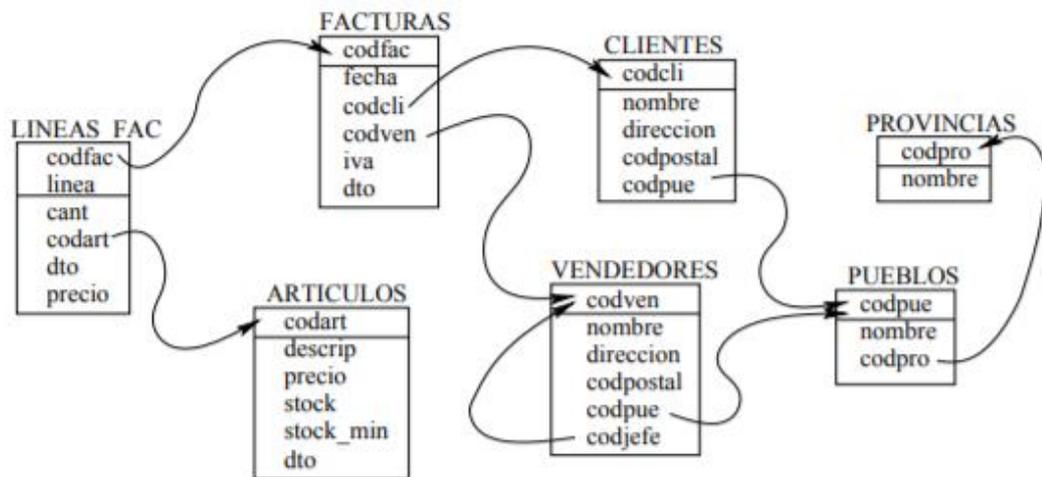


Ilustración16. Esquema de la base de datos que se utilizará en los ejemplos.

Fuente: (Marqués & e-libro, 2011).

4.3.1 BASES DATOS RELACIONALES

Una base de datos relacional no es más que un conjunto de tablas de datos que contienen campos que sirven de nexo de unión (relación) y que permiten establecer múltiples combinaciones mediante la utilización de estos nexos. Las combinaciones posibles son prácticamente ilimitadas, sólo hay que configurar el método de búsqueda (el query) o el tipo de datos que se quiere consultar y aplicarlo a los datos. (Penín, 2013, p. 47)

Este tipo de base de datos nos permite tener muchas tablas conectadas sin importar la cantidad de campos con los que se requiera relacionar. Es esencial manejar las bases de datos utilizando el método de búsqueda pues es lo único que se configura para poder utilizarlas.

4.3.2 BASE DE DATOS ACCESS

Access es una herramienta para recopilar y organizar información. Las bases de datos pueden almacenar información sobre personas, productos, pedidos u otras cosas.



Ilustración17. Base de datos Access

Fuente: Página oficial de Microsoft Access

4.3.3 PARTES DE UNA BASE DE DATOS

Las secciones siguientes son breves descripciones de las partes de una base de datos de Access típica.

- Tablas
- Forms
- Informes
- Consultas
- Macros
- Módulos

4.3.3.1 Tablas

Una tabla de base de datos tiene su semejanza con una hoja de cálculo, lo que la diferencia es la manera en que se almacena en la base de datos.

4.3.3.2 Formularios

Los formularios admiten establecer una interfaz de usuario en la que puede escribir y cambiar datos.

4.3.3.3 Informes

Los informes se utilizan para proporcionar formato a los datos, abreviar y presentarlos.

4.3.3.4 Consultas

La función más común es recuperar datos específicos de las tablas.

4.3.3.5 Macros

Las macros en Access pueden considerarse un lenguaje de programación simplificado que puede usar para agregar funciones a la base de datos.

4.3.3.6 Módulos

Los módulos, como las macros, son objetos que logra usar para añadir ocupaciones a la base de datos. Mientras que las macros se crean en Access mediante la elección de un inventario de acciones de macro, los módulos se escriben en el lenguaje de programación Visual Basic para Aplicaciones (VBA).

4.4 PRODUCCIÓN

Según Alessio (2004) afirma: "Asegurar que los planes y programas para el sistema de operaciones sean llevados a cabo. La productividad deberá ser medida y evaluada por la cantidad, calidad, costos y tiempo de la producción de bienes y servicios."

Verificar los planes que se realizan es importante, pues de esta manera se plantean medidas que van involucradas con actividades de calidad.

El costo de los materiales así como la producción de los servicios, debe de estar conforme a lo planeado anteriormente en el área de Control de Calidad.

Según Velasco (2007) afirma: "Es relevante centrarse en qué se va a producir, como y cuando se fabricarán los productos, qué cantidad de producto debe fabricarse, así como especificar el tiempo empleado y el lugar en que se llevarán a cabo dichas operaciones."

Los tiempos de paro y los tiempos de marcha de una planta son estipulados por los datos proporcionados por las maquinas, para ello es necesario saber los productos con mayor demanda y las fechas ya que todo esto nos conlleva a la excelencia en el trabajo.

Según Render Heizer (2007) afirma: "Para crear bienes y servicios se necesita transformar los recursos en bienes y servicios. Cuanto más eficiente hagamos la transformación, más productivos seremos y mayor será el valor agregado a los bienes y servicios entregados."

4.4.1 INVENTARIO

Las tareas correspondientes a la administración de un inventario se relacionan con la determinación de los métodos de registro, la determinación de los puntos de rotación, las formas de clasificación y el modelo de re-inventario determinado por los métodos de control (el cual determina las cantidades a ordenar o producir, según sea el caso). Los objetivos fundamentales de la gestión de inventarios son:

- Reducir al mínimo "posible" los niveles de existencias.
- Asegurar la disponibilidad de existencias (producto terminado, producto en curso, materia prima, insumo, etc.) en el momento justo.

(Salazar López, 2016)

4.4.2 EMPAQUE

El empaque es el contenedor de un producto, diseñado y producido para protegerlo y/o preservarlo adecuadamente durante su transporte, almacenamiento y entrega al consumidor o cliente final; pero, además, también es muy útil para promocionar y

diferenciar el producto o marca, comunicar la información de la etiqueta y brindarle un plus al cliente. (Thompson, 2009)

4.5 OEE

Nakajima (1991) propuso el término Overall Equipment Effectiveness (OEE) o Eficiencia General de Equipos como una medida para evaluar el progreso del TPM. Este índice es el resultado de la multiplicación de tres factores:

Disponibilidad x Rendimiento x Calidad



Ilustración18. Clasificación de la OEE.

Fuente: Tomada de "La teoría de la medición del despilfarro" por José Cruelles Ruiz

Una de las más importantes contribuciones del OEE fue considerar las pérdidas que los equipos producen. Antes del OEE, sólo la disponibilidad era considerada en la utilización del equipo, el resultado era la sobre estimación de la utilización del equipo.

Dentro del contexto, el OEE puede ser considerado la combinación de operación, mantenimiento y administración de los recursos y equipos de manufactura; además, el OEE tiene la propiedad de revelar los costos escondidos que se producen por pérdidas. Mediante el OEE se hace posible detectar las fallas más comunes y repetitivas de una línea de producción con el objetivo de poder combatirlas. Su aplicación como parte del TPM ayuda a

mejorar la efectividad de las líneas, reducir las pérdidas por calidad y así mejorar la rentabilidad. (Palomino, 2012)

(Cruelles Ruiz, 2010) El valor de la OEE permite clasificar una o más líneas de producción, o toda una planta, con respecto a las mejores de su clase y que ya han alcanzado el nivel de excelencia.

Tabla3. Clasificación de los valores de la OEE.

OEE	Calificativo	Consecuencias
OEE < 65%	Inaceptable	Se producen importantes pérdidas económicas. Muy baja competitividad.
65% < OEE < 75%	Regular	Aceptable sólo si se está en proceso de mejora. Pérdidas económicas. Baja competitividad.
75% < OEE < 85%	Aceptable	Continuar la mejora para superar el 85 % y avanzar hacia la World Class. Ligeras pérdidas económicas. Competitividad ligeramente baja.
85% < OEE < 95%	Buena	Entra en Valores World Class. Buena competitividad.
OEE > 95%	Excelencia	Valores World Class. Excelente competitividad.

Fuente: Tomada de "La teoría de la medición del despilfarro" por José Cruelles Ruiz.

4.6 INDUSTRIA TEXTIL EN HONDURAS

Según (Mejía, 2016) "La industria de la maquila se instaló en Honduras en la década de los años 80. Llegó con la aureola de que era una 'industria golondrina', es decir que estaría en el país por muy poco tiempo y no le ayudaría a salir de los graves problemas económicos que enfrentaba en ese entonces, agravados por los estragos causados por

el huracán Fifi a su economía e infraestructura. Pero no fue así. El sector es hoy en día uno de los principales impulsores de la economía nacional.”

La industria textil y maquilas se iniciaron en 1987, por incentivos fiscales específicamente para las empresas exportadoras. Dichos incentivos eran impuestos de renta y municipales, exención de impuestos tanto de importación y exportación, expatriación de divisas libre, y mejora notable de trámites. Por la ley del ZIP (Zonas Industriales de Procesamiento) se apertura la creación de zonas libres (exportación) por empresarios privados. Así, las maquilas de distintas áreas comenzaron a invertir dentro del país, y poder lograr una generación de empleos más alta. Después de 10 años el país se ha vuelto uno de los mayores proveedores del gran consumidor de América, Estados Unidos, llegando a ocupar el puesto número 5 a nivel mundial de las exportaciones al país norteamericano. En esa época solo México y República Dominicana superaban a Honduras en la zona. Según (Lawrence, 1999) “En 1997, según datos de la Asociación Hondureña de Maquiladores, la inversión acumulada se estimaba en US\$, 914.6 millones, correspondiendo un 43.7% a inversión nacional (US\$ 399.6 millones) y un 52.3% de inversión extranjera (US\$ 515.0 millones).”

Tabla 1. Posición Honduras como proveedor en el mercado de los Estados Unidos de América

	1994	1997
Del Mundo:	17	5
Del Caribe:	5	2
Centroamérica:	3	1

Fuente: (Asociación Hondureña de Maquiladores)

Analizando la tabla 2 Honduras tuvo un ascenso muy veloz con las producciones textiles de pasar del tercer exportador de Centroamérica en 1994, a la primera posición en 1997, esto quiere decir que el valor agregado y las exportaciones aumentaron, a continuación, verán un cuadro comparativo de los valores agregados.

Se podrá analizar que los crecimientos de exportaciones aumentaron exactamente 156.8%, desde una venta de US\$ 646,0 millones en 1994 a US\$ 1659.0 millones en 1997 lo cual es notable y de gran impacto. Este rubro se ha convertido en la principal fuente de divisas de Honduras que es influenciada por la caída de precios de algunas exportaciones importantes en el país (el café). El valor agregado de la maquila a principios de 1998 es \$460 millones.

En la actualidad, este sector es uno de los impulsores del país que ha generado una cantidad de empleos directos como indirectos. La Asociación Hondureña de Maquiladores se registra 246 maquilas, con 16 parques industriales en todo el país. De este número 131 maquilas son del rubro textil con un porcentaje bastante alto mayor al 53% de las maquilas a nivel nacional. En el 2016 el valor de exportación que genero fue de \$4100 millones, que a comparación de lo que se generaba en 1997 con un crecimiento de casi 41% en millones de dólares, ha sido una industria con un crecimiento bastante rápido amplio por lo que el PIB depende bastante de este sector.

Tabla 2. Honduras: Exportaciones y Valor Agregado de la Industria Textil

Año	Exportaciones	Valor Agregado	VA/E
1994	646	125.8	19.5%
1995	921.1	195.9	21.3%
1996	1219.5	282.0	23.1%
1997	1659.0	390.1	23.5%

Fuente: (Asociación Hondureña de Maquiladores)

V. METODOLOGÍA

“Las variables pueden definirse como aspectos de los problemas de investigación que expresan un conjunto de propiedades, cualidades y características observables de las unidades de análisis, tales como individuos, grupos sociales, hechos, procesos y fenómenos sociales y naturales” (Carrasco, 2006).

Referente a lo anteriormente citado se considera evaluar las cualidades del análisis que nos producen cambio en nuestros procesos, los cuales se pueden medir en relación con el tiempo.

5.1 VARIABLES DEPENDIENTES

Las variables a medir serán:

1. Tiempo de parada (Downtime)
2. Tiempo de producción (Uptime)
3. Productividad

5.2 VARIABLES INDEPENDIENTES

1. Disponibilidad
2. Eficiencia
3. Calidad

5.3 ENFOQUE Y MÉTODO

“El método, en tanto se emplea para realizar investigaciones científicas, se denomina método científico, y constituye un sistema de procedimientos, técnicas, instrumentos, acciones estratégicas y tácticas para resolver el problema de investigación, así como probar la hipótesis científica” (Carrasco, 2006).

Los métodos mixtos representan un conjunto de procesos sistemáticos, empíricos y críticos de investigación e implican la recolección y el análisis de datos cuantitativos y cualitativos, así como su integración y discusión conjunta, para realizar inferencias producto de toda la información recabada y lograr un mayor entendimiento del fenómeno bajo estudio. (Hernández Sampieri, Fernández, & Baptista, 2014)

El método utilizado para el proyecto es el método mixto, donde se establece en el marco de los enfoques:

- Enfoque Cuantitativo. En vista que la recolección de datos se obtuvo mediante el conteo estadístico de la producción.

Enfoque Cualitativo. Nos permite identificar la estructura y ejecución de la maquinaria utilizada, así como de los softwares en el proyecto.

5.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS APLICADOS

Se utilizó la observación directa, que es un elemento fundamental para comprender el proceso que lleva a cabo este sistema autónomo de lubricación.

Se utilizó la inspección física para determinar componentes desgastados que necesitaron ser cambiados y componentes reutilizables.

Se procedió a consultar a técnicos y supervisores para tener un mejor entendimiento sobre el funcionamiento de los equipos y del proceso autónomo del sistema de lubricación. El método de realización de las charlas consistió en tomar nota de puntos clave y otros datos importantes.

De los manuales de los fabricantes, se extrajo la información sobre el funcionamiento, las características específicas y el mantenimiento esperado para cada uno de las máquinas y equipos en cuestión.

5.5 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

	Semana1	Semana2	Semana3	Semana4	Semana5
Introducción de la Empresa INSI					
Visita a Planta de Harina IMSA					
Introducción al PLC Allen Bradley					
Programación en RSLogix500					
Visita a Planta Finotex					
Estudio para actualización de extracción de datos					

	Semana6	Semana7	Semana8	Semana9	Semana10
Introducción a los sistemas SCADA					
Sistema SCADA Ignition					
Sistema SCADA Indusoft					
Capacitación para Rockwell Automation					
Visita técnica en ELCATEX					
Visita Técnica RLA					
Visita Técnica ALCON					
Visita Técnica PACASA					

VI. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO

6.1 IMSA:

- Se realizó una visita técnica en la planta de harina de la empresa IMSA donde se reemplazó la pantalla (Panelview 800) de una enfardadora de harina. Una vez reemplazada se procedió a revisarla para ver cuál fue el problema o su falla dentro de la misma.

Se concluyó que se quemó la fuente interna de 5v con la que ella contaba debido a un fallo eléctrico en la fuente de voltaje de 24 V.

Se recomendó la instalación de un breaker de seguridad para los 24 voltios DC que van hacia la pantalla.

6.2 FINOTEX:

- Se visitó la planta de Finotex, específicamente el área de Flexopapel para observar el funcionamiento de la máquina Nielpeter 1, la cual se encarga de hacer sticker para diferentes marcas entre las cuales están:

Mazola, Sula, Leyde, entre otros.

El requerimiento de los clientes (Finotex) hacia la empresa INSI fue el estudio de la máquina y ver el OEE general; por lo cual se procedió a utilizar el software IBA el cual se encarga de hacer un análisis profundo de la máquina, trabajando paralelamente se utilizó Indusoft para realizar un demo de tiempos de paro para dicha máquina.

6.3 RLA:

El requerimiento de RLA fue realizar un levantamiento de máquinas para los procesos de:

- Aire Comprimido
- Bombeo de agua en presión alta
- Bombeo de agua en presión alta

Para esto se visualizó el proceso con el que ellos ya contaban y se anotó los números de series y sus especificaciones de cada una de los compresores y bombas de toda la planta.

Se observó que el sistema ya contaba con un sistema SCADA y que era parte del plan de mejora, se recomendó mejorar el sistema de control de las bombas ya que este trabajaba con radio frecuencia y se pierde las señal en algunas partes de la empresa.

6.4 ALCON:

- Se fue a la empresa ALCON a realizar un levantamiento de materiales, mano de obra, así como la ingeniería del proyecto, el cual constaba en mover una tolva hacia otro lugar para esto solamente se vio la parte eléctrica.

Para esto se procedió a medir la ruta para colocar los cables, así como los tomacorrientes para los motores y las máquinas que hacen parte de la tolva.

VII. CONCLUSIONES

“La conclusión o síntesis, es el resultado aparentemente simple pero que engloba dentro de sí a todo el cúmulo de apreciaciones que se han venido haciendo a lo largo del trabajo. Las conclusiones sólo resultan pertinentes para responder al problema de investigación planteado cuando, en la recolección, procesamiento y análisis de los datos, se han seguido los lineamientos que surgen del marco teórico” (Sabino, 1992).

- Se realizó un diagnóstico de las placas electrónicas de la pantalla HMI de IMSA para ver si las fuentes primarias están entregando el voltaje adecuado y se sustituyó por una con las mismas características de la anterior ya que las fuentes de voltaje estaban en mal estado.
- Se realizó el demo para la maquina Nielpeter 1 de manera eficiente haciendo uso de softwares que permitieran la extracción de datos con los cuales se ejecutarían los parámetros que se requerían.
- El software que se utilizó fue el Indusoft un software el cual cuenta con muchas herramientas para la implementación del OEE de manera amigable con el operador con el fin de ser manejado eficazmente.
- Se realizó la cotización de ALCON para la tolva de acuerdo a los alcances que la empresa solicitaba como tal además se dieron recomendaciones hacia la empresa por posibles complicaciones o modificaciones en los alcances, todo esto se ejecutó bajo la supervisión de mi jefe.

VIII. RECOMENDACIONES

HACIA LA EMPRESA

Los desarrollos de tecnologías emergentes son necesarias para colocarse en el mercado internacional por lo cual se recomienda como método para innovar los sistemas de OEE para las máquinas de la planta en su totalidad.

HACIA LA UNIVERSIDAD

En el transcurso del proyecto se visualizó que la implementación de nuevos softwares como herramientas para el aprendizaje son necesarios.

- PLC. Se recomienda a la universidad hacer factible el uso de otros programas para que el alumno no tenga problema con el uso de múltiples softwares y lenguajes.
- Redes industriales. Se recomienda potenciar esta área, ya que en el rubro de la automatización es uno de los factores más importantes, protocolos de comunicación como modbus y OPC deberían ser tomados en cuenta.
- Control de Mando. Se necesita hacer más énfasis en control de mando para que el alumno visualice el problema para automatizar de diferente manera y no solo por PLC.
- SCADA. Impartir una clase dedicada al uso del sistema pues es parte de la innovación que como universidad debe afrontar a las nuevas tecnologías.
- CRAI. Fortalecer las fuentes de búsqueda y ampliar el tiempo para los libros virtuales pues es casi ineficaz el sistema que proporcionan para adquirir información.

IX. BIBLIOGRAFÍA

1. Rodríguez Penin, A. (2013). *Sistemas SCADA (Tercera)*. México, D.F: Alfa Omega Grupo Editor.
2. Lam, D. R. (2005). *Metodología para la confección de un proyecto de investigación*, 21.
3. Belohlavek, Peter. (2006). *OEE: Overall Equipment Effectiveness*. Buenos Aires: Blue Eagle.
4. M. Moreno. (2013). *CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE (PLC)*. Automación Micromecánica s.a.i.c.
5. Ogata, K. (2010). *Ingeniería de control moderna (5.ª ed.)*. Madrid, SPAIN: PEARSON EDUCACIÓN.
6. Alí José Carrillo Paz. (2011). *Sistemas Automáticos de Control: Fundamentos Básicos de Análisis y Modelado*. Santa Rita, Edo. Zulia, Venezuela: UNERMB.
7. W. Bolton. (2013). *Mecatrónica: Sistema de Control Electrónico en Ingeniería Mecánica y Eléctrica (5a)*. Alfaomega.
8. Ramón Pallás Areny. (2003). *Sensores y Acondicionadores de Señal (4a)*. Barcelona, España: Marcombo.
9. David G. Alciatore, & Michael B. Hstand. (2008). *Introducción a la Mecatrónica y los sistemas de Medición (3a)*. McGraw-Hill.
10. Martin, J. C., & García, M. P. (2009). *Automatismos Industriales*.
11. Ramírez Despaine, M., Moreno Vega, V., & Cabrera Sarmiento, A. J. (2011). *Controlador lógico programable basado en hardware reconfigurable*. La Habana, CUBA: D - Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría. CUJAE. Recuperado de

<http://ebookcentral.proquest.com/lib/bvunitecvirtualsp/detail.action?docID=3201898>

12. Pardo Alonso, J. L. (2012). *Montaje y puesta en marcha de sistemas robóticos y sistemas de visión en bienes de equipo y maquinaria industrial (UF0461)*. Málaga, SPAIN: IC Editorial. Recuperado de <http://ebookcentral.proquest.com/lib/bvunitecvirtualsp/detail.action?docID=3212280>
13. Colmenar Santos, A., & Borge Diez, D. (2015). *Generación distribuida, autoconsumo y redes inteligentes*. Madrid, SPAIN: UNED - Universidad Nacional de Educación a Distancia. Recuperado de <http://ebookcentral.proquest.com/lib/bvunitecvirtualsp/detail.action?docID=4310565>
14. Oliva, N., Castro Gil, M. A., & Díaz Orueta, G. (2013). *Redes de comunicaciones industriales*. Madrid, SPAIN: UNED - Universidad Nacional de Educación a Distancia. Recuperado de <http://ebookcentral.proquest.com/lib/bvunitecvirtualsp/detail.action?docID=3216642>
15. Marqués, Mercedes. (2011) D'Alessio Ipinza, F. (2004). *Administración y dirección de la producción* (Vol. 2ed).
16. Ruiz-Velasco, E. (2007). *Educatrónica: Innovación en el aprendizaje de las ciencias y la tecnología*. Madrid: Díaz de Santos.
17. Heizer, J., & Render, B. (2006). *Operations Management* (8.a ed.). PEARSON.
18. Salazar López, B. (2016). *Administración de Inventarios*.
19. Thompson, I. (septiembre de 2009). *Marketing Free*.

20. Nakajima, S. (1991). Introducción al TPM: mantenimiento productivo total. Cambridge: Productivity.
21. Palomino, M. (2012). Efectividad Global de los Equipos. En M. Palomino, Aplicación de herramientas de lean manufacturing en las líneas de envasado de una planta envasadora de lubricantes (pág. 11). Lima: PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ.
22. Cruelles Ruiz, J. A. (2010). Clasificación de OEE. En J. A. Cruelles Ruiz, La Teoría de la Medición del Despilfarro
23. Carrasco, S. (2006). Metodología de la Investigación Científica. Lima: San Marcos.

Hernández Sampieri, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). Metodología de la investigación. México D.F.: McGraw-Hill / INTERAMERICANA.