



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA

FACULTAD DE INGENIERÍA

PRÁCTICA PROFESIONAL

AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL S.A (AINSA)

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO:

INGENIERO EN MECATRÓNICA

PRESENTADO POR:

21711006 ALEJANDRA MABEL LÓPEZ PERALTA

21541328 ROGER MAURICIO MIDENCE SAUCEDA

ASESOR: ALBERTO MAX CARRASCO

CAMPUS: SAN PEDRO SULA; MAYO, 2021

RESUMEN EJECUTIVO

Este informe contiene información sobre el desarrollo de la práctica profesional realizada en Automatización Industrial S.A (AINSA) siendo clave en el desarrollo del país en lo que respecta a la mejora de procesos y reducción de pérdidas enfocadas en la automatización de la marca alemana SIEMENS y también marcas como OMRON para optar al título de ingeniería en Mecatrónica en UNITEC.

La industria es un pilar económico que mueve al país y resulta una gran ventaja automatizarla para realizar procesos más eficientes, mejorando la producción y al mismo tiempo obtener un control supervisado de lo que está pasando en el proceso. La automatización va más allá de la lectura de datos por parte de sensores o programación, la automatización se enfoca en la integración de todos los componentes involucrados para mejorar un proceso que va desde el encendido de un motor hasta la medición y control de las velocidades de la cinta transportadora que es accionada por ese motor, control de su temperatura, visualización de velocidades, entre otras cosas.

El objetivo y enfoque principal de la práctica es implementar y poner en práctica las destrezas adquiridas a lo largo de la carrera con el propósito de tener la capacidad y habilidad de crear, administrar y obtener resultados positivos en las actividades asignadas. Los proyectos reflejados en este informe se centran en la automatización de procesos industriales utilizando herramientas como PLCs, variadores de frecuencia, arrancadores suaves etc.... En la práctica profesional se utilizaron softwares como TIA Portal para la programación lógica ofrecida a los distintos clientes que acudían a AINSA para obtener procesos más rápidos y eficientes; se utilizó instrumentación como sensores de fibra óptica, de presión, temperatura donde son integrados por la programación lógica logrando resultados para la toma de decisiones que mejoran los procesos en la industria.

Palabras Clave: *Arrancadores suaves, automatización industrial, sensores, variadores de frecuencia.*

TABLA DE CONTENIDO

Introducción.....	1
Capitulo II. Generalidades de la Empresa.....	3
2.1 Generalidades de la empresa	3
2.1.1 Misión	4
2.1.2 Visión	4
2.2 Descripción del departamento.....	4
2.3 Objetivos del Puesto	4
2.3.1 Objetivo General.....	4
2.3.2 Objetivos Específicos	4
Capitulo III. Marco Teórico.....	6
3.1 Automatización.....	6
3.1.1 Historia de la Automatización	6
3.1.2 Ventajas/limitaciones de la automatización	7
3.1.3 Pirámide de la automatización	11
3.2 PLC.....	17
3.2.1 Historia de los PLCs.....	18
3.2.2 Marcas de PLC.....	18
3.2.3 Clasificación de PLCs.....	19
3.3 Siemens.....	20
3.3.1 Historia Siemens.....	20
3.3.2 Proyectos de trascendencia PLCs Siemens.....	21
3.4 HMI	22
3.5 Sensores más utilizados.....	24
3.6 Sistema SCADA	28

3.7	Elementos Utilizados en proyectos de comunicación.....	32
3.7.1	Relés.....	32
3.7.2	Contactores.....	34
3.7.3	UPS.....	37
3.7.4	Conmutadores.....	38
3.7.5	Fusibles.....	40
3.7.6	LCD.....	40
3.8	Arrancadores suaves.....	41
3.8.1	Importancia de los Arrancadores Suaves.....	41
3.9	Protocolos de comunicación.....	43
3.10	Control de Acceso Medio.....	44
Capitulo IV. Desarrollo.....		46
4.1	Semana 1.....	46
4.1.1	Proyecto 1- Instalación de mando de control, Sacos Agroindustriales.....	46
4.1.2	Proyecto 2- Configuración e Instalación de Panel, Gildan/Mayan.....	47
4.2	Semana 2.....	50
4.2.1	Proyecto 3- Cambio de Parámetros, Panificadora Buena Fe.....	50
4.3	Semana 3.....	53
4.3.1	Charlas de formación.....	53
4.3.2	Proyecto 4- Dispensadora de Elastico, Jerzess Nuevo Día.....	54
4.3.3	Realización de Reguladores de Voltaje.....	56
4.4	Semana 4.....	58
4.4.1	Práctica de conexiones mediante Scada.....	58
4.4.2	Configuración de un Arrancador Suave 3RW44-Siemenes.....	58
4.4.3	Configuración de Variador G120C.....	59

4.5	Semana 5.....	61
4.5.1	Proyecto 5- Puesto en Marcha de 3 Paneles, Caicesa.....	61
4.5.2	Proyecto 6- Configuración de controles en tanques, Gildan	62
4.5.3	Proyecto 7- Instalación de Panel para 2 bombas- INOPTSA.....	64
4.6	Semana 6.....	65
4.6.1	Proyecto 8 – Cambio de arrancador Suave 3RW55, INVEMA.....	65
4.6.2	Proyecto 9-Configuración e Instalación de sensor D6FZ-FGT200,Gildan..	67
4.6.3	Proyecto 10- Sincronización de tiempo de empaquetado, Agua Azul.....	68
4.7	Semana 7.....	69
4.7.1	Proyecto 11- Pesaje Dinámico, PROALSA.....	69
4.7.2	Proyecto 12- Instalación de Paneles Bio-Digestores, AGROTOR.....	73
4.7.3	Practica 5- Realización de respaldo de HMI, CADECA.....	74
4.8	Semana 8.....	74
4.8.1	Proyecto 13- Cambio de arrancador suave, EXTRUM.....	74
4.8.2	Proyecto 14- Visita técnica, Represa Hidroeléctrica Río Blanco.....	76
4.8.3	Proyecto 15- Instalación de sensor identificador de color, FINOTEX.....	77
4.9	Semana 9.....	78
4.9.1	Proyecto 16- Recolección de datos de sensor T6FZ-FG200, Gildan.....	78
4.9.2	Practica 6- Reparación de arrancador suave 3RW44	80
4.9.3	Proyecto 17- Instalación de SITRANS FM MAG 5100 W, INOPTSA.....	81
4.10	Semana 10	82
4.10.1	Proyecto 18- Mejoras de dispensador elástico, Jerzees Nuevo Día	82
4.10.2	Proyecto 19- Control de bombas remotamente, Cargill.....	83
4.11	Cronograma de Actividades.....	86
	Capítulo VI. Recomendaciones.....	88

Bibliografía	89
Anexos	98

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1- Logo de Automatización Industrial	3
Ilustración 2 Pirámide de Automatización	11
Ilustración 3- Conectores del SITRANS TH100	25
Ilustración 4- Sensor PT100	27
Ilustración 5- Funcionamiento del sistema SCADA	29
Ilustración 6- Chiller con nuevo Control de Mando incorporado	46
Ilustración 7- Pantalla de nuevo Control de Mando	47
Ilustración 8-Panel con problema.	48
Ilustración 9- Panel nuevo en planta de Gildan	48
Ilustración 10- HMI planta MAYAN, Gildan	49
Ilustración 11- Cinta Empacadora	50
Ilustración 12-HMI MIMAC	51
Ilustración 13-Pantallas realizadas	52
Ilustración 14-Pantalla Inicial en HMI MIMAC	52
Ilustración 15- Funciones de la migración	53
Ilustración 16-Nueva Pantalla	53
Ilustración 17-PLC y HMI OMRON	54
Ilustración 18- Cortadora de elástico	55
Ilustración 19- Tallas de elástico	56
Ilustración 20- Maquetas	57
Ilustración 21-Nuevas Placas	57
Ilustración 22- Arrancador Suave 3RW44	59
Ilustración 23- Variador de frecuencia G120C	60
Ilustración 24- Motor trifásico inductivo	61
Ilustración 25-Pantalla CAICESA	62
Ilustración 26- Tanques de Soda Caustica	63
Ilustración 27- Sensor de presión PI2898	63
Ilustración 28- Supervisión de sensores de presión	64
Ilustración 29-Panel de control de bombas	65
Ilustración 30- Arrancador Suave 3RW52	66

Ilustración 31- Antes y Después del cambio de arrancadores suaves _____	66
Ilustración 32- Sensor D6FZ-FGT200_____	67
Ilustración 33-Dosificación de agua _____	68
Ilustración 34- Empaquetado de agua _____	69
Ilustración 35- Siwarex WP241 _____	70
Ilustración 36- Celda de Carga _____	70
Ilustración 37- Parametrización 1.1 _____	71
Ilustración 38- Parametrización 1.2 _____	71
Ilustración 39- Pantalla de Visualización _____	72
Ilustración 40- Banda Transportadora _____	72
Ilustración 41- Celda de Carga Instalada_____	73
Ilustración 42- Panel, AGROTOR _____	73
Ilustración 43- Banda transportadora, EXTRUM _____	75
Ilustración 44- Arrancador suave, EXTRUM _____	76
Ilustración 45- Gancho de leva _____	76
Ilustración 46- Amplificador E3X DAC51-S_____	77
Ilustración 47- Datos obtenidos por el sensor T6FZ-FG200_____	79
Ilustración 48- Maquinas tejedoras, Gildan _____	79
Ilustración 49- Conexión nueva realizada en arrancador suave_____	80
Ilustración 50- SITRANS FM MAG 5100W versión compacta _____	81
Ilustración 51- Instalación del caudalímetro electromagnético _____	82
Ilustración 52-Cambios HMI, Jerzees Nuevo Dia_____	83
Ilustración 53- Panel eléctrico pozo #10 _____	84
Ilustración 54-Antena UBIQUITI _____	84
Ilustración 55-Tubería Pozo 10_____	85
Ilustración 56- Cronograma de Actividades_____	86

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1- Visita a Sacos Agroindustriales _____	98
Anexo 2- Panel de Sacos Agroindustriales _____	98
Anexo 3-Capacitación Tia Portal _____	99
Anexo 4- Programación en OMRON _____	99
Anexo 5-Charla sobre OMRON _____	99
Anexo 6- Soldadura de las Placas Electrónicas _____	100
Anexo 7-Corte de placas electrónicas _____	100
Anexo 8-Visita CAICESA _____	101
Anexo 9-Instalación de sensor D6FZ-FGT200 _____	101
Anexo 10- Industria AGROTOR _____	102
Anexo 11- Visita en AGROTOR _____	102
Anexo 12- Maquinas tejedoras, Gildan _____	102
Anexo 13- Instalación de paneles, Cargill _____	103
Anexo 14- Visita técnica, Represa Hidroeléctrica Rio Blanco _____	103

GLOSARIO

AINSA	Automatización Industrial S.A.
PLC	Control Lógico Programable
HMI	Interfaz Hombre-Maquina
LAN	Local Area Network
ATM	Automated Teller Machine
STN	Super Twisted Nematic
TFT	Thin-Film Transistor

INTRODUCCIÓN

La automatización de procesos es el enfoque de una empresa para sistematizar los procesos mediante el uso de la tecnología y la organización de las personas a través de los procesos de trabajo. La industria hoy en día, debido a la calidad del producto y la necesidad de competencia entre marcas, la tecnología se ve obligada a tomar medidas coercitivas. En todos los departamentos, es necesario realizar desarrollo tecnológico, y mejorar y optimizar permanentemente todos los procesos o productos creados. Para lograr el progreso tecnológico y acompañarlo, es necesario que las grandes industrias investiguen e inviertan en sus fábricas para contar siempre con la última tecnología y productos de mayor calidad. Para cumplir con todos los requisitos, como mayor calidad y optimización utilizando la tecnología más avanzada, todos los procesos deben estar controlados y automatizados para aumentar el rendimiento y la calidad.

Gracias a las tecnologías existentes como PLC, SCADA y comunicaciones, puede llegar a ser una forma más eficaz para poder automatizar cualquier proceso industrial que se esté considerando.

El objetivo principal en la Práctica Profesional será poder emplear cada conocimiento adquirido y brindado por la universidad sobre la utilidad de los PLC, la comunicación entre las redes industriales, entre otros; dicha práctica se llevará a cabo en el área de Ingeniería de Proyectos en la empresa Automatización Industrial S.A.

Las actividades que se llevarán a cabo en el departamento de Ingeniería de Proyectos se enfocarán en la realización de controles de mando automatizados, según lo que el cliente requiera. Para esto, se realizarán estudios en la empresa sobre la maquinaria en la cual se instalará el control de mando, para realizar el primer paso que sería aclarar bien cuáles serían los lineamientos que debe de cumplir el control de mando, para por consiguiente analizar qué tipo de componentes se necesitaran (tipo de PLC, sensores, actuadores, cantidad de contactores, etc.), luego según la conexión realizada en el control de mando dar inicio a la programación, una vez ya finalizada la programación se llamaría a la empresa para indicar que el control de mando está listo para la instalación, se procede a la instalación y a realizar pruebas en la maquinaria para corroborar que todo esté actuando según los lineamientos que se establecieron al inicio.

El informe primero presentará el perfil de la empresa y describirá el cargo del puesto que se establecerá, a continuación, se expondrá el desarrollo del marco teórico y las actividades, una vez establecidas las actividades desarrolladas, se discutirán las conclusiones y recomendaciones, culminando con la bibliografía y anexos.

CAPITULO II. GENERALIDADES DE LA EMPRESA

Este capítulo se describirá el entorno de la empresa para una carrera como Ingeniería en Mecatrónica, incluyendo información general sobre: Automatización Industrial S.A., el departamento de Ingeniería de Proyectos y el cargo a desempeñar.

2.1 GENERALIDADES DE LA EMPRESA

AINSA ha sido parte de la automatización industrial utilizando las más actualizadas herramientas de hardware y software que estén disponibles dentro del mercado.



Ilustración 1- Logo de Automatización Industrial

Fuente: (AINSA, 2021)

AINSA es una empresa que inicio con el objetivo de crecer y darse a conocer en todo Honduras desde el 01 de octubre del año 2012, para brindar soluciones integrales en la automatización y control industrial, para el reemplazo a la toma de decisiones de los humanos y las actividades de comando-respuesta con el mecanizado y comandos lógicos de programación.

AINSA dio inicio con la asociación de Oscar Rene Castillo, presidente y fundador de SEL (Suministros Eléctricos) y ahora dueño propietario de AINSA, donde tuvo la idea de formar una empresa para dar apoyo al ámbito industrial, para un mejor rendimiento de los equipos de producción y tener un personal con capacidad de enfoques en PLCs. Oscar Rene tomo la decisión de asociarse con el Ingeniero Cristian Mejía, que fue uno de los principales pioneros a poner en marcha la empresa.

AINSA se empezó a dar a conocer ya que inició a dar soluciones en empresas industriales y así resaltar su nombre, con el paso del tiempo lograron asociarse con el Ingeniero Denis Nolasco y el Ingeniero Alexis Estrada, donde lograron expandir y tener una compañía

con distintos empleados, en distintas áreas como ser: Ventas, Proyectos, Inventario, etc. Y lograr inaugurar la primera sucursal en San Pedro Sula.

2.1.1 MISIÓN

Creamos, proponemos, instalamos; sistemas y aplicaciones para Soluciones Inteligentes de Automatización, que contribuyen a: Eficiencia Energética, Fluidez de procesos industriales, Comunicaciones ágiles. Atendemos en áreas Industriales, Urbanística, Domiciliaria. Somos especialistas. (AINSA, 2021)

2.1.2 VISIÓN

Ser empresa reconocida por Liderar: Procesos Eficientes, Productos y Servicios de alta calidad, Innovación constante, Tecnología de punta, Soluciones energéticas a tiempo, Alianza permanente del usuario. Confianza. (AINSA, 2021)

2.2 DESCRIPCIÓN DEL DEPARTAMENTO

En el departamento de Ingeniería de Proyectos de AINSA se lleva a cabo la realización del control de mando, se distribuye el trabajo entre los asesores técnicos que laboran en la empresa, así un asesor desarrolla la parte física del control (conexiones entre el PLC y todos los componentes a necesitar) mientras otro asesor va realizando la parte del software que se utiliza (TIA PORTAL). Siempre con el cuidado necesario de que las conexiones y las entradas y salidas de la programación contengan el mismo código.

2.3 OBJETIVOS DEL PUESTO

El cargo que se desempeña en AINSA es de Ingeniero de Proyectos para desarrollar proyectos de automatización en la plataforma TIA PORTAL.

2.3.1 OBJETIVO GENERAL

Desarrollar los conocimientos de Automatización utilizando la herramienta integrada de TIA Portal.

2.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- I. Desarrollar proyectos de automatización en la plataforma de TIA Portal V15 y V16 incluyendo desarrollos de Step 7 y Wincc.

- II. Participar en los cursos o charlas que se impartan en AINSA en el laboratorio, esto con el fin de mejorar los conocimientos adquiridos
- III. Participar en las puestas en marcha de los proyectos que se desarrollen durante su período de Práctica Profesional.
- IV. Ser una fuente de conocimiento para los técnicos en campo durante las puestas en marcha de los proyectos.
- V. Diagnóstico de fallas tanto en procesos como en equipos o máquinas.
- VI. Desarrollo de controles de mando (requerido por el cliente).

CAPITULO III. MARCO TEÓRICO

Los temas a tratar en este capítulo se basan en la historia de la automatización, los tipos de PLC, tipos de HMI, seguidamente los sensores y actuadores más utilizados en AINSA.

3.1 AUTOMATIZACIÓN

La historia humana recopila diferentes aspectos de comportamiento, lo cual ha venido a evolucionar las costumbres de cada individuo, recolecta de su alimentación, su supervivencia del día a día, denotando un factor clave en común de todos estos aspectos, la evolución permite crear procesos cada vez más fáciles para realizar las tareas diarias, es ahí donde evoluciona el poder humano para crear opciones que faciliten las tareas humanas y reduzca el esfuerzo humano, con el tiempo esto ha venido evolucionando hasta llegar a un punto de nombrarlo como "automatización" donde es el uso de diversos sistemas de control, es decir recursos para hacer el trabajo más fácil para hacer funcionar los equipos con una intervención humana mínima o reducida, donde de manera evolutiva se alcanza a la automatización industrial que se encarga de la automatización de los procesos de fabricación, control de calidad y manipulación de materiales (Rojas & Barbieri, 2019). Debido a esto ha surgido un tremendo impulso tecnológico y empresarial hacia los sistemas autónomos, que de alguna manera está transformando la industria de la automatización tal y como se conoce. Si bien el uso de enfoques basados en datos en productos de consumo que afectan a nuestras vidas en todos sus aspectos parece ser un movimiento irreversible que abarca una gran parte de la vida en el mundo, todavía quedan algunos desafíos técnicos, comerciales, sociales y éticos por resolver en la aplicación industrial (Tavallaey & Ganz, 2019).

3.1.1 HISTORIA DE LA AUTOMATIZACIÓN

A medida que crece la población mundial se especula un crecimiento tecnológico exponencial con la nueva revolución industrial o mejor llamada "Industria 4.0", que aboga por nuevas oportunidades económicas a través de redes intersectoriales. Las empresas constantemente reciben una presión por parte de la competitividad del mercado donde se centra en la capacidad de respuesta al cliente, es ahí donde las empresas empiezan a invertir en la automatización y otras tecnologías disruptivas que tienen el potencial de satisfacer los niveles de costes laborales en cualquier lugar (Fiaidhi, 2018). La

automatización es la única forma de mejorar e incrementar la productividad laboral a nivel industrial. Existen diversas cuestiones y argumentos que resaltan el crecimiento del desempleo que va dirigido directamente a asuntos económicos:

Chadeev & Aristova, (2017) afirman:

“Todos los argumentos sobre el crecimiento del desempleo, el estrechamiento del mercado y otras categorías económicas son falsos. La automatización de la producción debería conducir por ley a una reducción de la duración de la jornada laboral en la industria y a un aumento de los salarios de los que no son sustituidos por los autómatas.”

La automatización industrial lleva más de un siglo avanzando. Una fábrica o una planta industrial es tradicionalmente un lugar físico donde se fabrican cosas, evoluciona la materia prima y se crea valor, pero la digitalización de la industria la está transformando en algo mucho más: Un conjunto de habilidades, destrezas y sistemas que se vuelven más inteligentes con el tiempo, lo que permite a las empresas innovar qué, cómo, quién y dónde se fabrica (Tavallaey & Ganz, 2019). La automatización es definida como el uso de máquinas y computadoras que operan sin necesidad del control humano. La automatización puede llevar a cabo tareas físicas como la recolección de bienes para el despacho de ellas mismas como envío, o también las no físicas, como la clasificación de solicitudes de aplicación de un trabajo mediante un robot de software, entre otras cosas. Las líneas de producción en la industria automotriz fue la que dio el empuje a la automatización para ser considerada una alternativa en procesos repetitivos para las producciones masivas donde se pueden automatizar y trabajar las 24 horas del día y los 7 días de la semana (Matthews & Greenspan, 2020).

3.1.2 VENTAJAS/LIMITACIONES DE LA AUTOMATIZACIÓN

Hoy en día existen un sinnúmero de aplicaciones con lo que respecta a la automatización industrial, donde se lleva a razonar una serie de preguntas como "¿Es rentable la automatización?". Como es esencialmente cierto en todos los asuntos empresariales, la automatización es más bienvenida cuando contribuye a los beneficios. De los diversos dividendos que aporta la automatización de los procesos de fabricación, dos son los más importantes: la mejora de la productividad y la mejora de la calidad de los productos (Considine & Considine, 1986).

- I. *Mejora de la productividad de las máquinas* y las personas es un dividendo que casi siempre se traduce en una mayor rentabilidad y retorno de la inversión. En la mejora de la productividad intervienen varios factores, pero dos son los más importantes:
 - a. *Aumento de la capacidad de producción*: más bienes producidos en el área de fabricación, las máquinas instaladas y la mano de obra humana. En lo que respecta a las máquinas, la automatización suele aumentar el ciclo de trabajo de las mismas, con lo que se obtienen más horas de máquina al día.
 - b. *Mejor control del inventario*: (flujo de materiales y energía en toda la planta) de materias primas, productos en proceso y productos terminados. Hay un axioma: "Automatizar bien significa comprender y planificar muy bien". Algunas autoridades han observado que el mero análisis de las operaciones y procedimientos de una planta al considerar una mayor automatización merece la pena, aunque una parte limitada de la automatización puede ser instalada inmediatamente. Por primera vez, Este tipo de análisis puede hacer que se comprendan en profundidad las complejidades e interrelaciones de una situación de producción determinada. En los últimos años se han desarrollado una serie de técnicas especiales, la mayoría de ellas apoyadas por un excelente software para el análisis informatizado (Considine & Considine, 1986).

Actualmente existen tecnologías inteligentes para el desarrollo de procesos industriales autónomos y pensantes. Estas tecnologías están definiendo un nuevo ecosistema conectado que podrá ayudar a los fabricantes y a los consumidores a proporcionar una mayor automatización, una mejor comunicación y supervisión, un autodiagnóstico y nuevos niveles de análisis de datos y colaboración para un futuro verdaderamente productivo (Fiaidhi, 2018). La ventaja del uso de la automatización aumenta la calidad del producto, proveyendo estándares que la mano de obra humana no produce debido a la diversidad del trabajo y otros factores, describiendo el dividendo que aporta la automatización.

- II. *Mejora de la calidad de los productos* que mejora la posición competitiva y reduce los desperdicios y trabajos. La mejora de la posición competitiva se traduce naturalmente en un mayor volumen y sus habituales ventajas económicas. Es interesante observar que cierta automatización ha entrado en la fábrica, no necesariamente por elección sino más bien por la fuerza de la mejora de las operaciones de fabricación y procesamiento que superan con creces las limitaciones de la destreza, la conciencia, la cognición, la velocidad y la fuerza humanas, entre otros factores. Algunas variables de fabricación y procesamiento, como la temperatura, la presión, la composición química, el flujo, el peso, etc., no son directamente medibles por las personas. Las insuficiencias humanas en estos ámbitos fueron una de las primeras fuerzas "externas" que introdujeron la necesidad de automatización.
- III. *Cambio ascendente del papel de los trabajadores*, es decir, de numerosas tareas arduas y poco cualificadas a responsabilidades de supervisión y mantenimiento más cualificadas
- IV. *Reducción de los accidentes personales* mediante la suposición de tareas propensas a los accidentes por parte de máquinas y procesos automatizados.

Algunos de las limitaciones de la automatización para los procesos repetitivos en la industria pueden ser:

- I. *El alto coste de diseñar, construir y mantener los equipos automatizados*. Este coste está encontrando un alivio considerable debido al continuo abaratamiento de los componentes y equipos electrónicos, aunque parte de este ahorro se ve compensado por los continuos costes inflados del software. Los esfuerzos realizados hasta la fecha y que continuarán en el futuro en cuanto a la estandarización de los equipos, las redes de comunicación y los programas informáticos también aliviarán el coste como barrera para la automatización.
- II. *Vulnerabilidad al tiempo de inactividad* debido a la creciente complejidad de los equipos automatizados. Sin embargo, esta vulnerabilidad se está reduciendo a un ritmo acelerado debido a la mejora del autodiagnóstico de los equipos, las técnicas de tolerancia a los fallos y los enfoques más económicos para diseñar la redundancia en los sistemas automáticos.

- III. *Pérdida de flexibilidad.* Hasta hace relativamente poco tiempo, esta era una limitación muy importante para la automatización. La introducción y el perfeccionamiento del concepto de sistemas de fabricación flexible han anulado en gran medida esta limitación.
- IV. *Más atención de la dirección.* Las acciones en sistemas altamente automatizados se producen a veces a un ritmo casi increíble y dejan poco o ningún tiempo para las decisiones humanas. Actualmente, con la tecnología más avanzada, una máquina o un proceso puede llegar a producir bastante material fuera de especificación y de desecho antes de que una supervisión eficaz pueda controlar una situación de desbordamiento. A través de la ayuda de las redes de información, que van desde la empresa hasta la planta, pasando por las células y las máquinas y procesos individuales, los directivos pueden estar al tanto de la situación en la planta de producción prácticamente segundo a segundo. Por lo tanto, se necesita más y mejor personal de gestión a medida que una planta aumenta su contenido de automatización. En un futuro más lejano, una parte mucho mayor de la toma de decisiones, necesaria casi instantáneamente, también se realizará de forma automática. Sin embargo, la asignación de esta importante responsabilidad a los ordenadores requerirá, por supuesto, una atención y un análisis muy cuidadosos por parte de un personal de gestión muy agudo.
- V. *Persistencia de la imagen negativa de la automatización.* La aceptación de la tecnología de automatización por parte de los trabajadores y el éxito de la negociación de nuevos sindicatos han sorprendido a muchas autoridades. y el éxito de la negociación de nuevos contratos sindicales, a pesar de que el hecho básico sigue siendo que los puestos de trabajo son eliminados por la automatización. Por supuesto, la automatización también crea nuevos puestos de trabajo, ciertamente más cualificados. A medida que el público y la prensa y otros medios de comunicación que le sirven se familiarizan con la naturaleza real de la automatización, predicciones anteriores de efectos muy adversos sobre la mano de obra seguirán siendo atenuadas. Afortunadamente, la automatización se identifica con frecuencia con los demás aspectos de la

llamada alta tecnología, lo que contribuye a que la automatización tenga una prensa razonablemente buena (Considine & Considine, 1986).

3.1.3 PIRÁMIDE DE LA AUTOMATIZACIÓN

AINSA se centra en la automatización de procesos con controladores lógicos programables para facilitar los procesos industriales a nivel nacional. La aplicación de computadoras y tecnologías disruptivas han superado las expectativas para lograr una automatización óptima, así como la resolución de problemas son complejos, el proceso de automatización también lo es mediante una jerarquía de control representada con una pirámide donde muestra la funcionalidad sistemática de control en la automatización, empezando por lo básico para llegar a lo más complejo de la automatización.

El control de los procesos industriales en las plantas se ha descrito a menudo como una jerarquía o estratificación de funciones. Aunque este método es algo impreciso, se utiliza como ayuda organizativa. Las cuatro capas principales, empezando por la parte inferior de la Ilustración 2 , son las siguientes: primer nivel se centra en la edición del proceso y entradas y salidas de datos (I/O); en el segundo nivel se observa el control reglamentario y otro control directo del proceso; tercer nivel se observa la supervisión del proceso; y como último nivel se observa la gestión del proceso y de la planta.



Ilustración 2 Pirámide de Automatización

Fuente: Elaboración propia modificado de Zimmermann (1986)

- I. *Nivel de Actuadores y Sensores (Proceso de entradas y salidas de datos (I/O))*: El control de procesos en las plantas ha sido descrito como una jerarquía o como método de capas de funciones. En el proceso de entradas o salidas de datos se ven reflejados dos campos:
 - a. *Adquisición de datos*: Sensores, actuadores, entradas y salidas de contacto que se conectan físicamente al sistema de control y se convierten en datos en la base de datos del sistema de control. La velocidad y la precisión de la conversión varían bastante y dependen de la naturaleza de los puntos específicos del I/O.
 - b. *Recolecta de información desde puntos remotos*: desde puntos alejados del centro de control.
 - c. *Interfaces de dispositivos extraños*: necesarios, por ejemplo, con dispositivos basados en microprocesadores. Por ejemplo, las comunicaciones en serie ASCII u otro estándar. Tales dispositivos pueden incluir controladores programables, controles de velocidad de motores, analizadores de procesos, entre otros.
- II. *Nivel de Control (Control directo del Proceso)*: Es aquí donde AINSA se enfoca, en el control de procesos mediante PLC, observación con monitores HMI. Hacen uso de:
 - a. *Sistemas de retroalimentación cerrados* para controlar variables como la presión, la temperatura o el caudal. El elemento fundamental del control regulador es la función de control PID (proporcional, integral y derivativa). A ella se le pueden añadir muchas otras funciones dinámicas, como el adelanto/retraso y el tiempo muerto, así como cálculos para lograr el control de situaciones difíciles que a menudo implican una serie de mediciones y elementos de control finales. Los ritmos de ejecución de los controles reglamentarios varían en función del tipo de bucle. La presión y el caudal requieren velocidades de actualización más rápidas que la temperatura. Las velocidades típicas de ejecución de una a tres veces por segundo son adecuadas para la mayoría de los lazos.
 - b. *El control de regulación avanzado (no convencional)* incluye algoritmos de control en bucle cerrado más allá del PID utilizado para la mayoría

de los bucles y las estrategias complejas convencionales, como el *feedforward*, las anulaciones y el Smith Predictor. Algunos ejemplos de estas formas no convencionales son (a) el control de modelo interno (IMC) por sus siglas en inglés, (b) el control inferencial y (c) el control de matriz dinámica (DMC). Estos enfoques suelen basarse en modelos de procesos y se utilizan en procesos que no están bien regulados, como los que tienen observaciones intermitentes (mediciones analíticas, por ejemplo), retrasos puros importantes (tiempo muerto) y otros comportamientos difíciles de manejar, como la respuesta inversa.

- c. *Registro de la secuencia de eventos* para ayudar a la resolución de problemas. Por ejemplo, en las situaciones de emergencia, es muy conveniente saber qué acontecimientos se produjeron y en qué orden. La velocidad es fundamental, ya que los sucesos pueden producirse con unos pocos milisegundos de diferencia. Los sucesos deben tener un sello de tiempo, ser almacenados y estar disponibles para el análisis de expertos. También es deseable disponer de datos de medición de procesos de alta velocidad para compararlos con eventos discretos.

III. *Nivel de Supervisión*: Donde se enfoca en la interfaz de seguimiento del operador con proceso controlado, donde incluye una presentación de los datos relacionados al proceso en control, permitiendo la habilidad de poder hacer cambios requeridos, se conocen más como:

- a. *Puestos de operador HMI*: Por sus siglas en inglés de "*Human Machine Interface*" o mejor dicho Interfaz Hombre-Máquina, donde se utilizan para conectar al operador con el sistema de control del proceso. Desde las pantallas y teclados HMI, el operador puede consultar los valores de los datos de entrada, manipular las salidas del proceso, controlar las alarmas y cambiar los parámetros del proceso. En el caso de los procesos por lotes, las recetas pueden llamarse desde una biblioteca maestra y programarse para que el sistema las ejecute. Los HMI pueden mostrar gráficamente las placas frontales del controlador y los gráficos del diagrama de flujo del proceso. El puesto de mando también puede recuperar los datos almacenados para obtener gráficos de tendencias e

históricos, así como acceder a otras muchas funciones. y acceder a otras muchas funciones del sistema.

- b. *Alarmas* para indicar al operador cuando una variable del proceso entra en una condición de alarma. La localización del problema y los medios para corregir la condición deben estar fácilmente disponibles y con medios para que el operador corrija la condición fácil y rápidamente. Nunca se insistirá lo suficiente en que el operador comprenda el sistema de alarma.
- c. *Tendencia*: es el procedimiento de trazar las variables del proceso en función del tiempo en gráficos en la HMI, lo que proporciona al operador una herramienta útil para determinar la estabilidad del bucle. Cuando varias variables son visibles en el mismo conjunto de ejes, el operario puede determinar la causa de una perturbación que puede ondularse a través de un proceso alterando muchos bucles. Este tipo de perturbación puede extenderse mucho más allá de un solo equipo. Los tiempos de actualización más rápidos que una vez cada cinco segundos se utilizan cuando se trata de bucles de respuesta rápida, como en el control de flujo y presión. El trazado de puntos discretos también puede ser útil cuando el arranque/parada del equipo o el cambio de estado pueden desencadenar alteraciones. En los sistemas avanzados, los datos de laboratorio también pueden trazarse (en función del momento en que se tomó la muestra) en los mismos ejes con datos de eventos continuos y discretos.
- d. *Gráficos*: para transmitir la información de forma rápida y eficaz al operador del proceso. Los gráficos en la HMI con una capacidad y flexibilidad considerables se proporcionan en la estación del operador en muchas instalaciones. Dado que muchos sistemas de control se utilizan como sustitutos de los controles de los paneles, los gráficos en la HMI deben imitar las funciones de los paneles. Esto no sólo puede reducir la dificultad de aprender el sistema de control cuando se introduce por primera vez, sino que también puede proporcionar una estructura útil para organizar los controles y las pantallas de alarma. Por

ejemplo, una pantalla HMI que muestre múltiples placas frontales de control es mucho menos sofisticada que un gráfico circular u otra técnica de reconocimiento de patrones, pero el operador puede aprenderla con muy poco esfuerzo y no requiere ningún esfuerzo de desarrollo o diseño de la pantalla. Los gráficos de las hojas de flujo del proceso, aunque son una herramienta de formación útil, suelen proporcionar más información de la que necesita un operario familiarizado con el proceso. Sin embargo, son útiles para mostrar el progreso del lote.

- e. *Generación de informes*: la presentación de los datos del proceso está estrechamente relacionada con su utilidad. Los informes deben tener acceso a toda la información posible del sistema. La hora del día y la fecha también deben estar disponibles para los eventos clave. La disposición de los datos o los formatos de los informes debe ser fácil de cambiar para que los informes puedan adaptarse a sus usuarios. Para los sistemas de lotes, es deseable un informe de fin de lote. Este informe debe incluir las horas de inicio y fin de un lote (en la hora del día), los parámetros del proceso para el lote y las horas de los eventos clave durante el lote.

IV. *Nivel de Gestión*: las funciones en este nivel están relacionadas con la forma general en que se ejecuta un proceso. Por ejemplo, estas funciones pueden ajustar las condiciones de funcionamiento para mejorar el rendimiento del proceso o la calidad del producto. La pérdida de cualquiera de estas funciones rara vez provocará la parada del equipo. El funcionamiento normal de la planta puede continuar durante varias horas sin que se produzca una degradación grave del producto, pero en periodos de tiempo significativos son importantes, algunas aplicaciones de ellas se presentan a continuación.

- a. *Historiador de datos*: permite almacenar y recuperar a largo plazo toda la información disponible sobre el proceso con respecto al tiempo. De este modo, los problemas de calidad del producto, las propiedades físicas o los problemas operativos pueden relacionarse con las condiciones específicas de los equipos o los problemas de control. El

almacenamiento de los datos se realiza de forma que no se pierdan las variaciones del proceso, aunque sean de muy corta duración. Dado que no hay forma de predecir dónde se desarrollará un problema del proceso, se almacenan tantas variables como sea posible. El historiador de datos también puede ser útil para mirar hacia atrás hasta un año cuando se analizan problemas que tardan en descubrirse, es decir, de naturaleza estacional o sutil. Los datos mantenidos por el historiador pueden incluir todos los parámetros del proceso, los datos de los eventos y los datos de laboratorio almacenados según el momento en que se tomó la muestra del proceso.

- b. *Seguimiento de productos*: es una extensión del historiador de datos que permite asociar identificaciones específicas de lotes o partidas a los parámetros de proceso almacenados. Esta función es útil en relación con los problemas de un envío específico de un cliente, que puede compararse con otros procesos de producción bajo las mismas condiciones.
- c. *Condiciones operativas estándar/procedimientos*: son los parámetros necesarios para fabricar un producto concreto. En el caso de un proceso continuo, pueden ser puntos de referencia para diversas variables del proceso. En el caso de un proceso por lotes, son más complejos e incluyen los tiempos y las tasas de cambio. Estos datos se almacenan en el sistema por tipo y grado de producto. Asociados a estas condiciones hay procedimientos (automáticos y manuales) para pasar de un producto a otro. A veces, esto se consigue aumentando lentamente los puntos de ajuste hasta sus nuevos valores. También pueden incluirse procedimientos de limpieza y puesta en marcha del equipo. En los procesos por lotes, la información puede denominarse parámetros de la receta y archivos de la receta.
- d. *La gestión de la base de datos* es especialmente importante cuando se realizan cambios en los equipos de la planta o en los procedimientos de fabricación de un producto. Pueden producirse alteraciones más allá de los cambios rutinarios del operador en el sistema de control. Para

minimizar las alteraciones en el proceso de fabricación, es esencial un buen mantenimiento de la base de datos. El sistema puede llevar incorporada una protección contra el acceso de personal no autorizado. También se utiliza el aislamiento entre las áreas de operación para proteger contra la alteración inadvertida de los datos erróneos. También se proporciona cierta protección para garantizar que los cambios puedan ponerse en práctica sin que se produzcan alteraciones inesperadas en los equipos operativos. El registro automático de los cambios en un disco o una impresora puede ser útil para establecer la causa de una perturbación en caso de que se produzca. También hay que prever la identificación de los límites de alarma u otros parámetros del proceso que estén fuera de las condiciones de funcionamiento deseadas o estándar. En estos casos, la respuesta más adecuada del sistema puede ser informar al gestor del sistema de la discrepancia. El sistema debe ser capaz de documentar la base de datos. En el caso de las estrategias de bucle de control continuo, es deseable una función de auto documentación gráfica Considine & Considine, (1986)

De la misma forma existen diferentes aplicaciones que se implementan en el proceso de gestión, por ejemplo, está la contabilidad de procesos, recolecta de datos de laboratorio, interfaz de ingeniería, entre otras.

3.2 PLC

Un PLC, llamado así por sus siglas en inglés, se refiere a "*Programmable Logic Controller*", traduciéndole a un controlador programable lógico, donde son usados a nivel mundial para automatizar procesos industriales. Según Yau *et al.*, (2018) los PLCs han evolucionado para utilizar estándares de redes comunes como lo es IEEE 802.3 Ethernet y IEEE 802.11 Wi-Fi para dar resultado a una comunicación del PLC como que si fuese una computadora común. Un controlador lógico programable (PLC) es considerado, un dispositivo que realiza el control de los procesos físicos del algoritmo escrito en él, orientado a trabajar con dispositivos desarrollados a través de las señales de los sensores de entrada y las señales de salida a los actuadores. Los PLCs están diseñados para trabajar

en sistemas de tiempo real. Se tiene que tomar en cuenta que una de las ventajas del sistema PLC es modular. Es decir, la capacidad de combinar y mezclar los tipos de dispositivos de entrada y salida de la manera que mejor se adapte a la aplicación. Cada uno de ellos se diferencia por un conjunto específico de funciones, una construcción única y un determinado lenguaje de control Kovalenko, (2017).

Yau & Chow, (2017) afirma:

“Un PLC es un dispositivo especial basado en un microprocesador que utiliza una memoria programable para almacenar instrucciones e implementar funciones como la lógica, la secuenciación, la temporización, el recuento y la aritmética con el fin de supervisar y controlar equipos y procesos”

3.2.1 HISTORIA DE LOS PLCS

Los controladores lógicos programables (PLC) se utilizan en los equipos de automatización industrial y no sólo en ellos. Es difícil imaginar una fábrica moderna o una casa inteligente sin el uso de PLC. Los primeros controladores lógicos programables entraron en el mercado a finales de los años 60 del siglo XX. Sustituyeron a los sistemas de control convencionales contruidos con contactores y relés, en los que el cableado desempeñaba el papel de un programa (Barkalov *et al.*, 2019). Hoy en día, el PLC es un dispositivo universal basado en un microprocesador diseñado para controlar el funcionamiento de diversas máquinas, dispositivos o líneas de proceso. El circuito de memoria de programa cíclico es un rasgo característico de los PLC que los distingue de otros controladores basados en ordenadores.

3.2.2 MARCAS DE PLC

Con el transcurso de los años han existido diversas compañías que producen los PLCs para a distribución y venta de los mismos. La mayoría de ellos ofrecen a los usuarios potenciales una amplia gama de PLC básicos, así como controladores especializados destinados a fines específicos. Las siguientes empresas son los productores de PLC más populares: ABB, Allen-Bradley, Delta Electronics, Fatek, GeFanuc, Honeywell, Kinco, Mitsubishi, Moeller Electric, Omron, Panasonic, Schneider Electric Modicon, SIEMENS, Unitronics, Vipa (Barkalov *et al.*, 2019). Lo cual AINSA es uno de los distribuidores oficiales de SIEMENS, OMRON a nivel nacional.

3.2.3 CLASIFICACIÓN DE PLCs

En el mercado existe una larga y diversa lista de productos de PLCs, es por ello que son separados por dos criterios, se clasifica por su construcción y por el número de entradas y salidas:

- I. *PLCs compactos*: es un dispositivo en el que los elementos principales, como la CPU, la fuente de alimentación y un número reducido de entradas y salidas, están integrados en una carcasa. Algunos de ellos poseen una pequeña pantalla y un teclado.
- II. *PLCs Modulares*: son dispositivos más complicados. Se utilizan cuando es necesario conectar un mayor número de bloques de entrada o salida. Se caracterizan por una construcción flexible que se adapta a las necesidades de un objeto de control deseado mediante la selección de módulos adecuados, como una CPU, módulos de entrada-salida o módulos de comunicación.
- III. *Los controladores distribuidos* son los dispositivos con elementos colocados de forma distribuida.
- IV. *Los nano-controladores* son los dispositivos más pequeños disponibles en el mercado. Incluyen controladores que tienen hasta 32 puntos de entrada/salida.
- V. *Los microcontroladores* tienen de 33 a 128 puntos de entrada/salida. Por regla general, tanto los nano como los microcontroladores pertenecen a la clase de los controladores compactos. Por tanto, tienen una construcción compacta y uniforme.
- VI. *Los controladores medios* tienen de 129 a 1024 puntos de entrada/salida. Los controladores grandes tienen más de 1024 puntos de entrada/salida. Por regla general, tanto los controladores medianos como los grandes tienen una construcción modular. No tienen una construcción uniforme, sino que se selecciona en función de las particularidades de un objeto de control determinado. En el caso de la ampliación de un sistema de control, es posible ampliar el controlador con módulos adicionales. Sin embargo, los dispositivos más grandes tienen la construcción distribuida, donde los módulos están conectados entre sí a través de un bus adecuado (Barkalov *et al.*, 2019).

- VII. El control de procesos se adapta a escenarios de infraestructura crítica donde el control de estos sistemas incluye controles de supervisión y de adquisición de datos (SCADA) por sus siglas en inglés, y control de sistemas distribuidos en todo el proceso, ambos son complementarios de los PLCs. Los PLCs están conectados a una interfaz hombre-máquina (HMI) para permitir el mando y control por parte de operadores humanos y a estaciones de trabajo de ingeniería/desarrollo para la configuración, programación y diagnóstico. Los controladores lógicos programables suelen ejecutar programas de lógica de escalera para realizar sus actividades de supervisión y control (Chan & Chow, 2017).
- VIII. En el transcurso de la vida útil de los controladores han existido un sinnúmero de proyectos de control de procesos, según Chen *et al.*, (2020) en el diseño de un sistema de calentamiento electromagnético, se utiliza la asistencia de un PLC y una HMI. El PLC y una pantalla táctil monitoreaban el sistema de diseño de calentamiento electromagnético usando dos métodos de control, las medidas de temperatura en tiempo y el método de control de multifase de PID de acuerdo a lo obtenido por el sensor. Esto refleja una alta capacidad del controlador por lograr proyectos innovadores y lograr tener una observación por parte de la HMI, haciendo énfasis a lo explicado anteriormente en la pirámide de automatización.

3.3 SIEMENS

La marca Siemens ya es parte de la familia de AINSA, siendo uno de sus distribuidores oficiales en Honduras, a continuación, se conocerán datos acerca de esta inmensa empresa transnacional.

3.3.1 HISTORIA SIEMENS

Un hombre emprendedor y visionario, así fue conocido Werner von Siemens, nacido hace más de 200 años y su empresa alemana es conocida a nivel global. Tras tener un estudio pagado por su servicio militar en Berlín, Werner diseñó un telégrafo de aguja usando materiales simples. Con la ayuda de su mecánico Johann Georg Halske en 1847 fundaron su primera compañía llamada "Telegraphen-Bauanstalt von Siemens & Halske. Ya centrándose en la digitalización Siemens contribuyó con el principio de la

semiconducción introducida en 1920, lo cual hoy es la base de los computadores. En lo que van más de sus 170 años de fundación, la empresa SIEMENS, ha logrado tener más de 3500 empleados alrededor de la estratosfera, obteniendo allá por 2016 más de ochenta mil millones de euros en ganancias (*Company | Siemens Global, 2018; Company Founding and Initial Expansion, 2021; Welle, 2016*). Ya en 1958 fue cuando Siemens registra la marca SIMATIC en la Oficina Alemana de Patentes y lanza así uno de los sistemas de automatización más exitosos del mundo. A principios de la década de 1970 comenzó la era de los controladores lógicos programables, cuyas funciones ya no estaban determinadas por un cableado fijo, sino por el software, lo que facilitaba considerablemente la programación. Al mismo tiempo, la potencia de cálculo se disparó, lo que permitió a SIMATIC manejar no sólo funciones de control, sino también tareas de alto nivel. Este sistema de automatización industrial se ha ido mejorando continuamente hasta nuestros días, y sus funciones también se han ampliado.

3.3.2 PROYECTOS DE TRASCENDENCIA PLCs SIEMENS

Siemens se ha convertido en un exponente en la producción de sus controladores, al mismo tiempo al tener un sistema integrado lo que es TIA portal, que conecta todo el proceso de control automatizado de tareas asignadas para un cliente en específico. Hung *et al.*, (2016) propuso usar el controlador para un tener un control de un sistema de la hélice de paso controlable de un barco, proponiendo solicitudes de control mediante el PLC, la velocidad de respuesta y la calidad de manejo en el sistema de propulsión del buque, el sistema de control se ha diseñado basado en Siemens PLC y PROFIBUS, con el fin de mejorar el rendimiento de tiempo real, la maniobrabilidad, la estabilidad y la fiabilidad del barco. Kumar *et al.*, (2019) implementa un control de temperatura con un PLC Siemens y una HMI KTP 700 donde la configuración completa comprende un control de temperatura con un controlador de encendido y apagado, así como un controlador PID montado en el panel de instrumentación, un convertidor de tensión a corriente que convierte de 0-10 V a 4-20 mA, un convertidor de temperatura a tensión basado en el sensor RTD PT-100, un controlador PID basado en PLC y una HMI (interfaz hombre-máquina). Como también emprende Jing-Jing *et al.*, (2011), un método de control automatizado para un diseño y aplicación del sistema de automatización del tratamiento de aguas residuales basado en el PLC S7-300, algo viejo el controlador, pero bastante

funcional la aplicación, así como los investigadores han usado controladores Siemens, hay muchos ingenieros que prefieren esta marca por fiabilidad, al mismo tiempo existe OMRON, lo cual produce controladores y sensores de muy alta calidad también.

3.4 HMI

La HMI o Interfaz Hombre-Máquina es la conexión entre el proceso y el operador al mando, es un tablero para que el operador pueda manipular fácilmente el proceso, es la herramienta principal y más utilizada por los operadores o supervisores encargados en una línea de producción, funciona para coordina y/o controlar procesos industriales o de fabricación. La HMI tiene la capacidad de convertir las variables de procesos que sean complejas en información útil y que sea operable.

La función de HMI es mostrar información operativa en tiempo real y casi en tiempo real. Proporcionan un diagrama de flujo visual que agrega significado y contexto al estado de un motor y una válvula, el nivel del tanque de combustible y otros parámetros del proceso. Proporcionan información operativa al proceso y lo controlan y optimizan ajustando los objetivos de producción y del proceso

La HMI se utiliza más que todo para poder hacer la demostración grafica de todo el proceso que debe de realizar un PLC. Como lo señalan Quezada *et al.*, (2014)“La HMI se interconecta con un controlador lógico programable (Programmable Logic Controller, PLC) donde se implementan las reglas de protección del proceso en diagrama escalera (Ladder Diagram, LD).”

La interfaz hombre-máquina se está volviendo cada vez más importante en nuestra vida diaria para conectar las intenciones humanas con las acciones de las máquina (Shi *et al.*, 2019). Es por ello que hoy en día las industrias se están basando en hacer los procesos más automatizados, para que todo el proceso se pueda realizar simplemente con el tacto de una pantalla, y se eviten en todo caso algún tipo de falla, o mejor dicho si hay alguna falla que la misma HMI dicte cual pueda ser el fallo mediante el PLC.

Durante el paso del tiempo, se han ido realizando ciertos proyectos en los cuales se destaca el uso de las HMI, como ser:

- I. Diseño de sistema de calentamiento electromagnético basado en PLC y HMI**

El estudio publicado por Chen *et al.*, (2020):

Este tema se basa en el diseño del sistema de monitoreo de temperatura de calentamiento electromagnético de pantalla táctil y PLC, en el diseño de control, utilizando dos métodos de control. El método de control y medición de temperatura en tiempo real es un sistema de control PID de múltiples etapas construido de acuerdo con el sensor, el controlador y el calentador electromagnético. El control de circuito cerrado de varias etapas puede ajustar la temperatura muy rápidamente para que la temperatura alcance el valor establecido rápidamente.

II. Diseño y construcción de una máquina de corte longitudinal y transversal de láminas de plástico PVC con un sistema HMI para la Industria Plástica Brother's.

Así como lo señalan en su artículo Quezada *et al.*, (2014) :

El proyecto contempla el diseño y construcción de una máquina cortadora de láminas de plástico PVC utilizadas para la fabricación de diferentes tipos de estuches. En el diseño de los componentes del sistema mecánico se empleó el software SolidWorks Simulation alcanzando un adecuado Factor de Seguridad. Los actuadores neumáticos se dimensionaron de acuerdo con las cargas determinadas, también se seleccionaron elementos de alimentación, entrada, procesamiento y maniobra. El circuito neumático fue simulado en el software Festo FluidSIM V3.6. El sistema eléctrico - electrónico de la máquina incorpora todos los dispositivos que permiten comandar la secuencia de activación de las electroválvulas, el servo motor y el motorreductor. También se implementó una Interface Hombre Máquina (HMI) para establecer el dialogo entre el operador y el proceso lo cual proporciona una representación visual del sistema de control y permite una adquisición de datos en tiempo real.

III. Desarrollo de software de aplicación basado en PLC para el aumento del sistema de argón y el control de procesos en la industria del acero.

Como explica Biswal, (2009)

La planta de acero Bhilai (BSP) tiene capacidad para producir 4 toneladas de acero al año. Actualmente está produciendo 5 TM por año con las unidades existentes

(que está más allá de la capacidad nominal) y apunta a 7 TM por año alrededor de 2009. Para lograr este objetivo, BSP necesita modernizar y expandir las unidades de producción y procesamiento existentes.

El objetivo de este proyecto es desarrollar e implementar software de aplicación para el aumento del sistema de argón utilizando la plataforma de desarrollo de software RSLogix5000 para controlador y RSViewSE para interfaz hombre-máquina (HMI). La plataforma de hardware es el sistema ControlLogix PLC (controlador lógico programable) de Rockwell Automation.

IV. Implementación de PLC-HMI para control y monitoreo en la automatización de una máquina empaquetadora en la industria refresquera para empaquetado de Tetra Briks

Así lo expresan García *et al.*, (2019):

El proceso comienza desplazando el producto a través de un transportador o conveyer según la cantidad solicitada, 3 o 6 cajas de jugo en presentación de 500 ml, siendo lo primero que se debe especificar a través de una HMI, lo cual inicia la operación de la máquina del proceso de empaquetado de bebidas para su empaquetamiento.

V. Control basado en PLC y monitoreo mediante HMI de la temperatura en el proceso de maceración y cocción en la elaboración de cerveza artesanal

Como la investigación de García *et al.*, (2021) indica :

En este trabajo se hace uso de un control de tipo PID en cascada el cual efectúa el control de una válvula de gas para regular el fuego que genera la temperatura dentro del reactor en las etapas de maceración y cocción, además de implementar una HMI para el monitoreo del proceso.

3.5 SENSORES MÁS UTILIZADOS

SITRANS TH100

Como se muestra en la Ilustración 3, SITRANS TH100 es muy adecuado para la medición de PT100. La señal de salida es una corriente continua de 4..20 mA, que no tiene nada que ver con la carga, es proporcional a la temperatura.

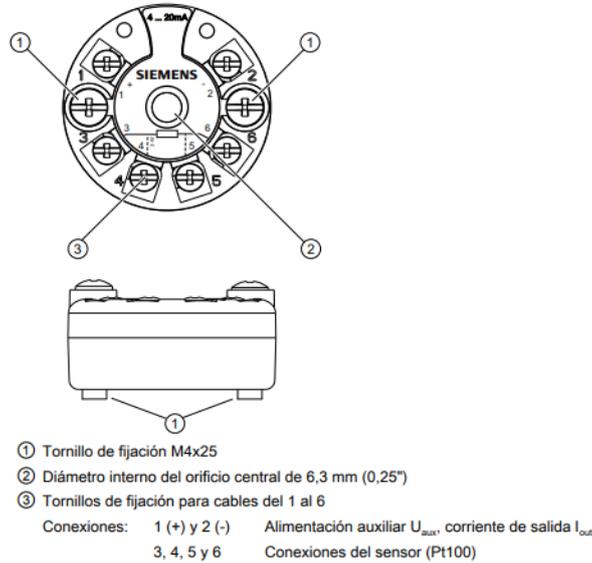


Ilustración 3- Conectores del SITRANS TH100

Fuente: (Th, 2021)

A lo largo del tiempo se han ido diseñando ciertos proyectos con los sensores SITRANS TH100 y en base a ellos, AINSA ha ido optando de utilizar bastante este sensor. Ciertos proyectos son como los detallados a continuación.

I. Diseño e Implementación del sistema automatizado con interfaz HMI (Interfaz Hombre Maquina) para para la máquina termo-selladora de envases de pintura controlada por el PLC SIMATIC S7-1212C y supervisada por el panel táctil KTP400PN, de la Industria Envatanqs Yánez S.A.

Como lo describen Barahona & Palacios, (2014) el proyecto se basó en:

Para obtener los datos de temperatura se colocó un sensor Detector de Temperatura (RTD) modelo PT100, este está ubicado en la parte interna del túnel de calor, además para transmitir los datos desde la RTD hacia la entrada analógica del PLC, se utilizó un transmisor Siemens modelo SITRANS TH100 de 4 a 20 mA.

II. Comportamiento térmico de los interruptores automáticos de protección magneto térmica: ensayo experimental.

Como lo menciona Grasselli *et al.*, (2020):

“El documento informa las pruebas de laboratorio para evaluar el comportamiento térmico de los interruptores magneto térmicos de protección. Se caracterizan por un modo de intervención bastante variable según las condiciones ambientales y térmicas de funcionamiento. El alcance es verificar la relación entre la imagen térmica del interruptor y los fenómenos que conducen al disparo del mecanismo actuador. El trabajo muestra varios tipos de sensores de temperatura y ubicación, destacando su desempeño, de acuerdo con estas pruebas de medición. Gracias a los convertidores programables, utilizados para el control de procesos industriales, se ha implementado un sistema de medición y procesamiento de datos integrándose directamente con PLC, Arduino, permitiendo la observación en tiempo real de las mediciones. El objetivo es evaluar las influencias de las temperaturas externas y ambientales, y sobre el mecanismo del dispositivo de disparo.”

Sensor PT100

Como lo mencionan Liu *et al.*, (2010):

Existen muchos métodos para medir la temperatura en la industria. El método más utilizado es el PT100 como se puede observar en la Ilustración 4. El PT100 constituye muchos tipos de sistemas de medición de temperatura. La construcción de una fuente de corriente constante o un puente eléctrico que consta de resistencias es el circuito típico del PT100. Como las características propias del PT100, hacen que el circuito de acondicionamiento de señal sea más complejo. Y lo más importante es la solución al problema de la fuente de corriente constante.

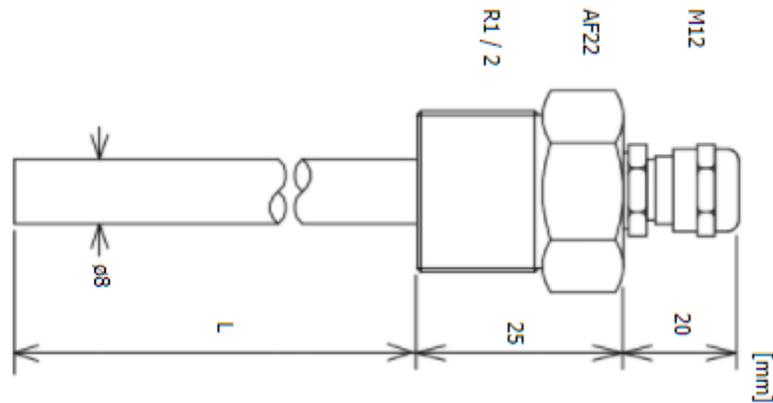


Ilustración 4- Sensor PT100

Fuente: Pt100 Sensor, (2021)

Algunos proyectos en los cuales se han visto reflejados el uso de las PT100 son:

I. Desarrollo de módulos remotos para el PLC CUBLOC CB290

Como comentan Tusa *et al.*, (2011) el proyecto se desarrolló para:

“La construcción de cuatro módulos remotos y un módulo convertidor de señales para el PLC CUBLOC CB290. El primer módulo está diseñado para realizar la interfaz entre la termocupla del tipo J o K y el PLC. El segundo módulo se constituye en la interfaz para el dispositivo de temperatura resistivo (RTD) del tipo PT100. El tercer módulo está diseñado para soportar un encoder o codificador óptico del tipo incremental que determina longitudes tanto angulares como lineales. El cuarto módulo posee entradas y salidas digitales para trabajar con señales ON/OFF que realizan acciones de conmutación. El quinto módulo permite convertir señales de voltaje a corriente, o viceversa; o señales PWM a corriente o voltaje.”

II. Aplicación del sensor de resistencia térmica Pt100 y PLC S7-200 en el sistema de control de temperatura del horno

Como describen Dong & Jie-Ying, (2020):

“Este diseño combina PLC, sensores, software de configuración para diseñar e implementar el hardware y software de los sistemas automáticos tradicionales de alarma contra incendios y extinción de incendios, para mejorar la confiabilidad del sistema. En primer lugar, se describe la composición del sistema automático

de alarma y protección contra incendios. En segundo lugar, después de comprender completamente los requisitos de diseño del sistema, el equipo de control principal del sistema automático de alarma y protección contra incendios adopta el PLC, se selecciona el PLC y, finalmente, se selecciona el PLC Siemens S7-300. El sensor selecciona el sensor de temperatura PT100 y el sensor de humo fotoeléctrico de tipo de luz dispersa JTY-GD-G3”.

Sensores de Presión

El concepto de presión se basó principalmente en el trabajo pionero de Evangelista Torricelli, quien, durante un breve período, fue alumno de Galileo. Durante sus experimentos con platos llenos de mercurio, en 1643, se dio cuenta de que la atmósfera ejerce presión sobre la Tierra. Otro gran experimentador, Blaise Pascal, en 1647, realizó un experimento, con la ayuda de su cuñado Perier, en la cima de la montaña Puy de Dome y en su base. Observó que la presión ejercida sobre la columna de mercurio depende de la elevación. Llamó barómetro al instrumento de mercurio en vacío que utilizaron en el experimento (Fraden, 2004). En 1660, Robert Boyle estableció su famosa relación: “El producto de las medidas de presión y volumen es constante para una masa de aire determinada a una temperatura fija temperatura”(B. West, 2015). En 1738, Daniel Bernoulli desarrolló una teoría de impacto de la presión de los gases hasta el punto de poder deducir analíticamente la ley de Boyle. Bernoulli también se anticipó a la ley de Charles-Gay-Lussac al afirmar que la presión aumenta al calentar el gas a volumen constante.

3.6 SISTEMA SCADA

El sistema SCADA no es un sistema de control, sino una utilidad de software de monitoreo o supervisión que realiza tareas de interfaz entre el nivel de control (PLC) y los gerentes de nivel superior.

Como menciona Penin, (2011):

Damos el nombre de SCADA (*Supervisory Control And Data Acquisition* o Control con Supervisión y Adquisición de Datos) a cualquier software que permita el acceso a datos remotos de un proceso y permita, utilizando las herramientas de comunicación necesarias en cada caso, el control del mismo.

Este tipo de sistema tiene sus ventajas y desventajas al momento de ser utilizados, es por ello Bailey & Wright, (2003) enumeran cuales son cada una de ellas:

Las ventajas del sistema PLC / DCS SCADA son:

- La computadora puede registrar y almacenar una gran cantidad de datos.
- Los datos se pueden mostrar de cualquier forma que el usuario requiera.
- Miles de sensores en un área amplia se pueden conectar al sistema.
- El operador puede incorporar simulaciones de datos reales en el sistema.
- Se pueden recopilar muchos tipos de datos de las RTU.
- Los datos se pueden ver desde cualquier lugar.

Las desventajas podrían ser:

- Se requieren diferentes habilidades operativas, como analistas de sistemas y programadores
- Con miles de sensores todavía hay mucho cable con el que lidiar
- El operador puede ver solo hasta el PLC

La arquitectura del funcionamiento de un típico Sistema SCADA se demuestra en la Ilustración 5, el cual describe detalladamente cual es el proceso que se lleva a cabo al momento en que se utiliza este tipo de sistema para la obtención de datos.



Ilustración 5- Funcionamiento del sistema SCADA

Fuente: Elaboración propia obtenido de (Kruz, 2005)

Un sistema SCADA es muy común al momento de realizar proyectos en industrias grandes, y se utiliza para evitar estar yendo hasta la máquina para poder observar el comportamiento de la misma, su objetivo es poder ir viendo online en que pueda estar fallando la maquinaria, o el sistema en el que se esté laborando. Algunos ejemplos de proyectos desarrollados con este sistema son:

I. Seguridad SCADA usando SSH honeypot

Como mencionan Belqruch & Maach, (2019):

Industrial Control System (ICS) es un término que se refiere a los sistemas de control en la arquitectura de producción, transmisión y distribución en Smart Grid. Estos sistemas pueden ser SCADA (Sistema de Adquisición de Datos y Control de Supervisión) y DCS (Sistemas de Control Distribuido). ICS ha pasado de un sistema propietario a tecnologías abiertas y estándar interconectadas con otras redes como Internet. Este movimiento para interconectar ICS con otras redes ha expuesto este sistema a diferentes ataques y ha revelado serias debilidades. Entonces, estos sistemas deben implementar medidas de protección como IDS, Firewalls, IPS y otros. Sin embargo, la detección basada en estas medidas a menudo se basa en el conocimiento previo de los propios ataques y no es posible estudiar el comportamiento y las técnicas utilizadas por los atacantes, lo que significa que los nuevos ataques no son detectables por ellos. Por lo tanto, para detectar nuevos ataques, comprender las actividades maliciosas dirigidas a ICS y analizar los comportamientos de los atacantes y las técnicas utilizadas por ellos, en este artículo usamos una herramienta SSH honeypot llamada Kippo para registrar los ataques de fuerza bruta y la interacción de shell realizada por atacantes para desviar la atención en el servidor de producción.

II. Adaptación de Bro a SCADA: construcción de un sistema de detección de intrusos basado en especificaciones para el protocolo DNP3

(Lin *et al.*, 2013) comentan que:

Cuando los sistemas SCADA están expuestos a redes públicas, los atacantes pueden penetrar más fácilmente en los sistemas de control

que operan redes de energía eléctrica, plantas de agua y otras infraestructuras críticas. Para detectar tales ataques, los sistemas SCADA requieren una técnica de detección de intrusiones que pueda comprender la información transportada por sus protocolos de red habitualmente patentados. Para lograr ese objetivo, proponemos adjuntar a los sistemas SCADA un marco de detección de intrusiones basado en especificaciones basado en Bro, un analizador de tráfico de red en tiempo de ejecución. Hemos construido un analizador en Bro para admitir DNP3, un protocolo de red ampliamente utilizado en sistemas SCADA que operan redes de energía eléctrica. Este analizador incorporado proporciona una vista clara de todos los eventos de red relacionados con los sistemas SCADA. En consecuencia, las políticas de seguridad para analizar la semántica específica de SCADA relacionada con los eventos de la red se pueden definir con precisión. Como prueba de concepto, especificamos una política de validación de protocolo para verificar que las semánticas de los datos extraídos de los paquetes de red se ajustan a las definiciones del protocolo. Realizamos una evaluación experimental para estudiar las capacidades de procesamiento del marco de detección de intrusos propuesto.

III. Conciencia situacional para los sistemas SCADA

(Pack, 2018) indica que:

A medida que aumenta el nivel de amenaza y la sofisticación del ataque para los sistemas de control de supervisión y adquisición de datos (SCADA), la necesidad de aumentar la capacidad de detección, respuesta y recuperación se vuelve igualmente importante. Este documento analiza los métodos para recopilar información y utilizar las herramientas y técnicas disponibles para aumentar el conocimiento de la situación de los sistemas SCADA. Una mayor conciencia de la situación ayudará a reducir el riesgo residual asociado con la gestión de incidentes y permitirá una mejor oportunidad de sobrevivir a un ataque electrónico malintencionado.

3.7 ELEMENTOS UTILIZADOS EN PROYECTOS DE COMUNICACIÓN

Los proyectos de comunicación constan de varios elementos que aseguran el funcionamiento de este, así como también, protegen el sistema de cualquier tipo de percance.

3.7.1 RELÉS

Las protecciones eléctricas es uno de los elementos más importantes en un proyecto de comunicación. Los relés son una forma de protección activa que fue diseñada para mantener un servicio continuo y sin interrupciones, evitando daños significativos al equipo.

Los relés se utilizan para activar circuitos que consumen grandes cantidades de energía eléctrica a través de un circuito de baja potencia (12 o 24 voltios) que magnetiza la bobina. Estos dispositivos pueden tener funciones simples, como encender una máquina o un sistema de iluminación, donde un relé se encarga de regular la potencia.

Se identifican los distintos tipos de relés por sus características:

- Funcionamiento: Se pueden utilizar como protección, regulación de potencia y activar o cerrar el sistema.
- Entradas: Corriente, Voltaje, Presión, Flujo, Vibración, etc.
- Principio de operación: Arranque, regulación de corriente, térmico, electromecánico, etc.

Minotta & Corrales (1990) Mencionan que de acuerdo con las características de construcción los relés de protección se clasifican:

- Relés electromecánicos: La fuerza de atracción ejercida sobre dos piezas de material magnético es el principio de funcionamiento de este tipo de relés.
- relés de inducción: Son utilizados ya que tienen múltiples aplicaciones y distintas combinaciones que son capaces de realizar.
- Relés térmicos: Generalmente son utilizados para regular las sobrecargas. Cuando una máquina alcanza niveles de temperatura anormales este se desconecta para proteger el sistema.

- Relés electrónicos: Funcionan mediante la implementación de dispositivos electrónicos como pueden ser los diodos, transistores, tiristores, etc.

Cada tipo de relé cuenta con sus características operativas que nos ayudan a definir el alcance que tiene cada tipo de relé en un proyecto de comunicación. (Espinoza & Estupinan, 2010).

Fiabilidad

Al ser una protección eléctrica, se espera que el relé sea capaz de responder correctamente. De esta forma el sistema cuenta con seguridad ante cualquier situación que pueda presentarse.

Un relé está continuamente vigilando lo que está sucediendo el sistema y monitoreando su estado, asegurando que las funciones se estén dando correctamente

Generalmente las protecciones son utilizadas escasamente, esto ya que a la mayoría de máquinas se les brinda mantenimiento preventivo, es aquí cuando se inspeccionan las posibles fallas que podrían presentarse, dejando poco trabajo al relé que solo actuaría en casos de emergencia.

Selectividad

Se refiere a la capacidad que debe tener el relé para detectar una falla, saber en qué lugar se generó y determinar la acción que debe tomar para cuidar la integridad del sistema.

Es importante que exista una selectividad que le permita al relé actuar correctamente. Si existe un paro debido a una falla detectada incorrectamente esto resulta en atraso y pérdida para el proceso que se está llevando a cabo, sin embargo, si existe una falla que no es detenida a tiempo por las protecciones puede resultar en daños o pérdidas permanentes del equipo.

Sensibilidad

Saber distinguir las situaciones de falla es vital para la protección por lo tanto al relé se le brindan parámetros que identifican cuando un valor es normal y cuando existe una falla que debe ser atendida inmediatamente.

Rapidez

Una vez detectada una falla es importante evacuarla lo más rápido posible para evitar danos o paros prolongados, esto tiene un impacto en los costos por ende el tiempo de respuesta de un relé ante una falla deber rápido y eficaz.

3.7.2 CONTACTORES

Pérez (2003) Afirma:

Los contactos son los elementos del relé sometidos al trabajo más duro. Además, su función, cierre o apertura de los circuitos, es precisamente la que se desea obtener del conjunto del relé. Estas dos razones obligan a los fabricantes a poner especial interés en su elaboración

El contactor está compuesto por una bobina y unos contactos, que pueden abrirse o cerrarse, y actúan como interruptor de apertura y cierre de la corriente en el circuito. La bobina es un electroimán, cuando llega la corriente, la bobina electromagnética activa los contactos, abre los contactos cerrados y luego cierra los contactos abiertos. De esta forma, el contactor se considera accionado o "bloqueado". Cuando la corriente ya no fluye hacia la bobina, el contacto volverá a su estado estático anterior y el contactor estará en un estado inactivo o en un estado estático.

Como mencionan Akolkar & Kushare, (2010) El dispositivo normal utilizado para las conexiones y desconexiones del motor es el contactor, por lo que es importante saber qué tipo de caídas de tensión abrirán o activarán el contactor de la bobina.

Ventajas de utilizar contactares

- Brinda a los operarios mayor seguridad ya que los controles están alejados del operador, es necesario únicamente que se active el interruptor de arranque para accionar el motor.
- Reduce el tiempo al optimizarlo en evitar maniobras largas.
- Se puede controlar desde diferentes puntos del sistema siempre y cuando se tenga un switch.
- Automatización de los arranques de motores y de numerosas aplicaciones más, como ser controles de temperatura, llenado, niveles, presiones, etc.

Clasificación de contactores

La clasificación de un contactor se debe a sus componentes internos, se puede encontrar:

- Electromecánicos
- Neumáticos
- Hidráulicos
- Estáticos
- Electromagnéticos
- Partes y funcionamiento

Componentes de un contactor

- **Carcasa:** Es el soporte sobre el que se conectan todos los conductores al contactor.
- **Bobina:** Transforma la energía eléctrica en energía magnética que luego generara la fuerza necesaria para mover los componentes del contactor.
- **Núcleo:** Es un metal ferromagnético que va fijo en la carcasa. Este tiene como objetivo aumentar el flujo magnético generado por la bobina para atraer con mayor eficiencia la armadura.
- **Armadura:** Elemento móvil que cierra el circuito magnético una vez que la bobina fue energizada.

El electroimán es el elemento más importante del contactor y su finalidad es la de transformar la energía eléctrica que alimenta la bobina en energía magnética para generar un campo magnético muy intenso y así provocar el movimiento mecánico del conjunto.

La bobina es un arrollamiento de hilo de cobre con gran número de espiras, en función d la tensión aplicada de la bobina y el tipo de hilo de cobre y vueltas de este el conjunto del electroimán variara la fuerza ejercida entre la bobina y núcleos.

Diferencias entre un contactor y un relé

Los relés y los contactores son equipos parecidos a un interruptor (por ejemplo, el que activa la iluminación) con la diferencia de que los interruptores son comandados por la mano del usuario y los relés y contactores son comandados por una tensión.

Tanto los relés como los contactores hacen la misma función (abrir y cerrar contactos), pero para distintas potencias, es decir hay que saber diferenciar entre relé y contactor. Básicamente los relés son para comandar pequeñas potencias o potencias de control, por tanto, están en los circuitos de control o en circuitos cuyas cargas (motores, equipos consumidores en general) son de pequeñas potencias. (Rodríguez, 2013).

Se puede decir que la principal diferencia entre contactores y relés está en su uso. Los relés son utilizados para potencias más bajas y los contactores son capaces de soportar potencias mayores.

Contactores Trifásicos

Un contactor trifásico es un dispositivo eléctrico que permite cerrar o abrir circuitos, cumple la misma función que el monofásico, solamente que en tres fases.

La principal función de este dispositivo es abrir y cerrar circuitos que alimentan motores. En la actualidad la mayor parte de los motores son accionados por contactores para permitir la entrada o salida de la corriente

El contactor puede tener 4 contactos abiertos y el último va a ser un contacto cerrado en reposo. En cuanto llegue la corriente a la bobina que está formada por un electroimán, va a atraer hacia sí el martillo al arrastrar con su movimiento a los contactos móviles que va a tirar de ellos a la izquierda.

Un ejemplo de proyecto en el cual se han desarrollado con el apoyo de contactores podría ser:

I. Diseño del actuador de un nuevo contactor AC PM con características de ahorro de energía y sin ruido

C.-Y. Hung & Chi, (2010) mencionan que:

Los desarrollos en interruptores electrónicos de potencia y actuadores de bajo costo basados en un módulo de control electrónico (ECM) han hecho posible diseñar e implementar estrategias de control modernas para un nuevo contactor de imán permanente (PM) de CA. Tal intento se ha realizado en este trabajo para un actuador colenoide que controla el contactor AC PM. Se han resuelto ciertos problemas importantes en el diseño, incluidos el generador de señal de fabricación y su amplificador, el generador de señal de ruptura y su amplificador,

las bobinas de excitación y un regulador de voltaje. El esquema propuesto se valida a través de extensas simulaciones numéricas y una implementación a escala de laboratorio.

3.7.3 UPS

Conocido por sus siglas en inglés como el *Uninterruptable Power Supply* este dispositivo permite que exista flujo continuo de energía eléctrica utilizando baterías, su aplicación es comúnmente aplicada para evitar la interrupción de funciones cuando la electricidad falla.

Los dispositivos están conectados a él y cuando existe variación de tensión o elevación, estos son capaces de alimentar los dispositivos para protegerlos contra cortes de energía o altos niveles.

Para que el UPS funcione este compuesto de distintos elementos que permiten coleccionar y almacenar energía para los dispositivos como ser:

- Rectificador: rectifica la entrada de alimentación de CA y proporciona alimentación de CC para cargar la batería. El inversor funciona con una batería y la batería vuelve a convertir la corriente en corriente alterna. Cuando la batería se descarga, se recarga en un plazo de 8 a 10 horas, por lo que la capacidad del cargador debe ser proporcional al tamaño de la batería requerida.
- Cargador o batería: Se encarga de proporcionar energía en caso de un corte de energía. Su capacidad se mide en amperios hora y depende de su autonomía (el tiempo que puede proporcionar electricidad sin electricidad).
- Inversor: convierte la corriente continua en corriente alterna para suministrar energía a los equipos conectados a la salida del UPS-monitorea y opera el panel de control, el servidor de comunicación integrado y el DSP lógico (microprocesador controlado).

Durante pasa el tiempo se han realizado estudios y proyectos de la utilidad de la UPS, entre ellos están:

I. Rendimiento de la transmisión del PLC en condiciones desfavorables

Como indican (Okuda *et al.*, 2009):

La comunicación por línea de energía (PLC) de banda de HF está ganando popularidad rápidamente con los nuevos sistemas de red, no solo en el hogar, sino también en lugares donde el número de usuarios es relativamente grande. Dado que el PLC utiliza una banda de frecuencia ancha para la modulación de datos, se proporcionaron algunas condiciones de coexistencia con otros servicios. Investigamos el rendimiento de tres tipos de sistemas PLC, HD-PLC, HomePlug y UPA, en condiciones desfavorables como conectar el módem PLC a la toma de alimentación ininterrumpida (UPS) o usarlo simultáneamente con un sistema PLC diferente. Aunque viola las instrucciones adecuadas, cada sistema de PLC aún podría transferir datos hasta cierto punto. Se confirmó que UPS y PLC actúan como una fuente de ruido para los otros sistemas PLC y el grado de interferencia varía con los sistemas PLC utilizados.

II. Sistema de microprocesador para análisis, diagnóstico y supervisión de regímenes de trabajo no estacionarios de baterías incluso en UPS

Petkov *et al.*, (2003) mencionan que:

Se presenta un sistema de microprocesador para determinar en régimen en línea la capacidad y el tiempo de reserva de las baterías de acumuladores, trabajando en SAI bajo cargas no estacionarias. La confiabilidad y efectividad de todo el sistema depende del estado de funcionamiento de la batería en la línea de suministro de energía de los consumidores. Sobre la base del modelado numérico de los procesos se construye un algoritmo para el diagnóstico y control del estado de la batería y del SAI en tiempo real.

3.7.4 CONMUTADORES

En procesos sencillos donde se requiere una comunicación simple entre un controlador con otro dispositivo, basta una comunicación alámbrica entre el ordenador y el PLC para lograr cargar la programación e identificar errores en los procesos, así también en la adquisición de datos de procesos básicos, en cambio para procesos donde la comunicación es requerida entre controladores, y sistemas de supervisión y adquisición

de datos es vital tener un dispositivo que permita conmutar la red y hacer conexión entre los dispositivos involucrados, ya sean HMI, controladores PLC, SCADA, entre otras cosas. Los conmutadores de ethernet funcionan como estación central que conecta computadoras, impresoras y muchos dispositivos que son conectados de manera alámbrica, siendo el Wifi lo opuesto a la conexión ethernet.

La auto-optimización es un alcance prometedor con enfoque a la complejidad de la comunicación en las redes de automatización de hoy en día. La complejidad en la comunicación de procesos grandes se debe al aumento de uniones o nodos en la red que requiere una alta cantidad de requisitos en tiempo real a medida que se aumentan los dispositivos. Griese & Porrmann, (2006) lograron desarrollar un conmutador ethernet reconfigurable en cual fue implementado un código de red a base de construcción de bloques, en el documento presentan diferentes tipos de métodos para optimizar los procesos mediante conmutadores en grandes procesos para evitar errores en la comunicación de los procesos automatizados. La forma de interpretar el trabajo que un conmutador hace no es tan complicada, es un distribuidor de datos de forma alámbrica. Para diseños grandes de redes existen protocolos de jerarquía que permita mantener una red estable en su proceso de operación a llevar a cabo donde se ofrecen conmutadores de ethernet de un precio precisamente más alto (Spurgeon & Zimmerman, 2013). A través del diseño de una red óptima capaz de optimizarse automáticamente fue que Zhang *et al.*, (2015) propone una técnica de acceso a la red entre conmutadores maestros con conmutadores de respaldo, ambos conmutadores gigabit, donde se pretende obtener una red segura, automática, estable y de alta fiabilidad, siendo hoy en día las tecnologías de LAN, traducida como "red local" y ATM, traducida como modo de transferencia asíncrona, concepto de telecomunicaciones en las red. Los conmutadores de red ethernet han venido alterando la comunicación en las redes en los últimos tiempos, así como Rindos *et al.*, (1996), en su artículo se evalúa la eficiencia de ambos modos de red con diferentes conmutadores, siendo la red LAN produciría una mejora en todo su desempeño, dando un impulso a los procesos establecidos con este tipo de red.

3.7.5 FUSIBLES

El fusible introducido hace más de un siglo, surgieron como la primera fuente de protección utilizada en las redes eléctricas. Desde entonces, se han fabricado muchísimos fusibles, que siguen utilizándose ampliamente en las secciones de baja tensión de las redes eléctricas de todo el mundo. Los eslabones fusibles son dispositivos sencillos y, por tanto, relativamente baratos, ya que su coste es muy bajo en relación con el de la instalación que protegen. El principio relacionado con los fusibles es que un trozo relativamente corto de material conductor, con un área de sección transversal incapaz de transportar corrientes tan altas como las que pueden permitirse en el circuito protegido, se sacrifica, cuando es necesario, para evitar que las partes sanas del circuito se dañen y también para limitar el daño a las secciones defectuosas del circuito al nivel más bajo posible (Christopoulos & Wright, 1999). En conclusión, los fusibles son protectores de los circuitos eléctricos, diseñado para explotar cuando mucha corriente fluye en él. Cuando el fusible explota interrumpe el flujo en el circuito realizando la función de un elemento sacrificado a un bajo precio en cambio de alto precio de todas las cargas del circuito.

3.7.6 LCD

La pantalla de cristal líquido (LCD) por sus siglas en inglés, es una pantalla digital que utiliza células de cristal líquido cuya reflectividad varía en función de la tensión que se les aplica. El cristal líquido es una sustancia que fluye como un líquido, pero mantiene parte de la estructura ordenada característica de los cristales (Li & Jain, 2009).

3.7.6.1 Interfaces de pantalla LCD

El controlador de la pantalla LCD proporciona una interfaz entre el procesador multimedia y un módulo de pantalla plana. El controlador puede estar integrado como parte del sistema en chip o puede ser discreto. El controlador LCD muestra en la pantalla la imagen generada por la aplicación para el usuario. La imagen de la pantalla en la memoria se denomina "búfer de fotogramas". La configuración del controlador suele establecerse mediante opciones programables para el tipo de pantalla, la resolución, la profundidad de píxeles, las superposiciones, el cursor de hardware y el formato de los datos de salida. Los paneles LCD pueden ser pasivos (STN de escaneo dual o STN normal) o activos (basados en TFT- transistor de películas finas). Los paneles de matriz activa son

eficientes desde el punto de vista energético y tienen una mayor densidad, así como una mayor capacidad de retención. Hay algunos paneles que incorporan el búfer de visualización con el panel, lo que permite al controlador refrescar el búfer a la velocidad de actualización del contenido en contraposición a la velocidad de refresco especificada para el panel.

3.8 ARRANCADORES SUAVES

Un arrancador suave es un dispositivo que inicia un motor con potencia reducida suministrada en su arranque, reduciendo la potencia reduce altamente el daño de los choques eléctricos y mecánicos en el sistema. Los arrancadores suaves colocan un dispositivo llamado arrancador de voltaje reducido, o arrancador suave, entre el motor y la línea de suministro de energía eléctrica para regular la cantidad de corriente alimentada al motor. Los arrancadores suaves permiten que el motor de inducción de corriente alterna se acelere en menor medida, con lo que se consume menos corriente que con un arrancador de motor tradicional. Debido a la disminución de la tensión, el par también se reduce, lo que da lugar a un arranque suave o fácil. Los arrancadores suaves se utilizan en todo tipo de motores de corriente alterna y corriente directa. Se utilizan más comúnmente con el motor de inducción de jaula de ardilla de corriente alterna debido a su simplicidad, robustez y fiabilidad.

3.8.1 IMPORTANCIA DE LOS ARRANCADORES SUAVES

La importancia que brinda un arrancador suave al proceso implementado es alta debido a sus beneficios de protección y ahorro energético a la hora de reducción de tensión.

Barskii *et al.*, (2015) afirma:

Se sabe que cada arranque directo reduce la vida útil del motor y del mecanismo de accionamiento. Además, el modo de arranque directo se caracteriza por los siguientes efectos negativos

1. Efectos electrodinámicos que actúan sobre las partes activas del motor eléctrico
2. Choques mecánicos en los mecanismos
3. Reducción de la tensión en la red eléctrica que afecta negativamente al trabajo de otros consumidores

Existen diferentes aplicaciones en donde se hace uso óptimo de los arrancadores suaves, así mismo existen diferentes tipos, todo dependiendo de su utilidad y necesidades a implementar en el proceso. Por ejemplo Jaikrishna *et al.*, (2015) realiza un control de arranque suave tolerante a fallos para motores de inducción, lo cual este control tolerante a fallos del arrancador suave reducirá las pulsaciones del par de arranque del motor y reducirá las magnitudes de la corriente de irrupción sabiendo que los fallos que se producen en los arrancadores suaves no causan daños permanentes inmediatos en el sistema motor-arrancador suave. Pero el impacto de un fallo tanto en el arrancador suave como en el motor, evolucionará gradualmente hacia una etapa de daños graves si el fallo se deja sin atender. Existen muchas aplicaciones extra donde se aplica el arrancador suave, por ejemplo, en procesos de energía renovable como la eólica se busca regular sistemas de potencia mediante un aerogenerador con regulación de paso, que se utiliza para interconectar la red y el generador sin problemas, por eso Nallavan *et al.*, (2010) propone un novedoso enfoque de una turbina eólica regulada por el paso que utiliza un generador de inducción inteligente basado en un arranque suave, este garantiza una integración fluida del aerogenerador y la red. El generador de inducción, montado en la góndola del aerogenerador, se magnetiza con la energía de la red a través de este arrancador suave, comparando los resultados con el arrancador suave y sin él, se muestra un ahorro energético que se obtiene de las turbinas eólicas usando el arrancador inteligente.

A lo largo del tiempo es necesario tomar en cuenta la protección de los motores así mismo del ahorro energético obtenido haciendo uso de los arrancadores suaves, aun así, no es su única ventaja, por ejemplo Mallick *et al.*, (2015) propone en su artículo el diseño de un arranque suave controlado por una red neuronal artificial, es decir un arrancador suave inteligente. El arrancador inteligente debe tener la capacidad de adaptarse a un nuevo entorno y a los cambios en el entorno actual, la capacidad de adquirir conocimientos del entorno, capacidad de razonamiento y pensamiento abstracto, capacidad de evaluar y juzgar con estas características hacen que el arranque suave sea inteligente para arrancar el motor de forma tan suave con la variación de las cargas que se puede conseguir la respuesta deseada sin ningún tipo de riesgo mecánico. Así también se han intentado crear opciones alternas para encontrar más ventajas de uso aplicadas

con el arrancador suave, Lu *et al.*, (2017) realiza una investigación acerca el diseño multifuncional de un arrancador suave debido a su alta implementación en la industria donde se estudia la gran cantidad de modos de arranque suave existentes y las propias características del arrancador donde mediante simulaciones logra obtener una idea de las ventajas y desventajas del arrancador suave

3.9 PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN

Los sistemas y protocolos de comunicación son algo complejos. Su diseño, implementación y mantenimiento de dichos sistemas no son una tarea fácil, por eso es que debe llevarse a cabo con cuidado y seguido de metodologías que han venido desarrollándose con el enfoque a estos procesos, lo que en realidad importa, para reducir la probabilidad de errores de diseño e implementación que puede resultar frustrante o en algunos casos hasta fatal para algunos proyectos. Los protocolos de comunicación son componentes realmente importantes de la comunicación. Hoy en día, estos protocolos por ellos mismos son tan complejos que todo proceso que pasa por ellos, se cumple.

El diseño de un sistema o protocolo siempre comienza con una especificación de los servicios que va a proporcionar el sistema/protocolo, el entorno en el que va a funcionar y, por supuesto, el propio sistema/protocolo. La especificación del protocolo es especialmente importante porque los protocolos se especifican normalmente en normas. Por lo tanto, los ingenieros de comunicaciones deben ser capaces de leer y comprender las especificaciones de los protocolos, y algunos de ellos deben incluso escribirlas. Un protocolo de comunicación se presenta en primer lugar como un conjunto de reglas que determinan el comportamiento de un sistema de comunicación en términos de intercambio de mensajes entre entidades de comunicación. Entonces un protocolo también se describe como un lenguaje artificial que especifica este comportamiento. Se explican los conceptos de sintaxis abstracta y de transferencia de los mensajes del protocolo y se destaca la importancia de las reglas para el comportamiento de las entidades del protocolo (Hercog, 2020).

Los protocolos de red suelen dividirse en varias capas distintas según sus responsabilidades, que en conjunto forman una pila de protocolos. Cada capa tiene

interfaces definidas con precisión, lo que permite actualizaciones y cambios flexibles en las implementaciones de software y hardware de forma modular. La pila de protocolos de comunicación de una WSN por sus siglas en inglés, red de sensores inalámbricos suele incluir protocolos MAC, control de acceso medio de enrutamiento y de transporte.

3.10 CONTROL DE ACCESO MEDIO

La subcapa MAC es responsable del encuadre de los mensajes, del arbitraje del medio de comunicación, de la gestión de los acuses de recibo y de la detección y señalización de errores. A efectos de contención de fallos y fiabilidad adicional, las operaciones MAC son supervisadas por una entidad controladora que vigila el estado de los errores y limita las operaciones de un nodo si se detecta un posible fallo permanente (Di Natale *et al.*, 2012).

Las redes de comunicación con un tamaño físico limitado y un número limitado de elementos de comunicación se denominan redes de área local y se denominan con el acrónimo LAN por sus siglas en inglés. Las redes de área metropolitana (MAN) y las redes de área personal (PAN) también tienen un tamaño físico limitado y un número limitado de elementos de comunicación; sin embargo, las redes MAN son más grandes y las PAN son más pequeñas que las redes LAN tanto en tamaño físico como en número de elementos. Las diferencias entre estos tres tipos de redes son más cuantitativas que cualitativas. Las primeras redes de área local eran redes de datos que interconectaban pequeños grupos de ordenadores, principalmente en universidades, empresas u hogares. Estos ordenadores estaban, y todavía pueden estarlo, conectados físicamente a un medio de transferencia común (canal) al que al que todos los ordenadores transmiten y del que todos los ordenadores reciben información. En consecuencia, el modo de comunicación en tales redes es una comunicación de difusión por su propia naturaleza; por lo tanto, cualquier elemento que se comunique puede recibir cualquier cosa. Dado que todos los procesos de comunicación utilizan los mismos recursos de transferencia que ofrece el medio común, el problema más importante que hay que resolver en este tipo de redes es la gestión de los recursos comunes de forma que cualquier recurso sea utilizado como máximo por un proceso de comunicación en cada momento. Este tipo de gestión de recursos de recursos se denomina control de acceso al medio y se designa

con el acrónimo MAC. El control de acceso al medio es la tarea de protocolos especiales de control de acceso al medio (protocolos MAC); Los protocolos de en las redes LAN/MAN/PAN son tan importantes que en el modo de referencia OSI se definió una subcapa separada de la capa de enlace de datos. Por lo tanto, los protocolos MAC que se utilizan en las redes de área local inalámbricas también deben detectar y corregir errores, además de realizar el control de acceso al medio (Hercog, 2020).

CAPITULO IV. DESARROLLO

En este capítulo se describirá el desarrollo que se llevó a cabo durante el periodo de 10 semanas en el departamento de Ingeniería de Proyectos.

4.1 SEMANA 1

4.1.1 PROYECTO 1- INSTALACIÓN DE MANDO DE CONTROL, SACOS AGROINDUSTRIALES

Durante la primer semana se desarrolló primero una introducción general sobre lo que es AINSA, procediendo a realizar una entrega de Control de mando en Sacos Agroindustriales Honduras, el cual se hacía cargo de controlar un enfriador que va dentro de la maquinaria que se encarga de realizar la impresión de cierto anuncio sobre la cantidad de peso que soporta el saco, el control antiguo del enfriador estaba presentando ciertos problemas que optaron por realizar un nuevo control de mando como se observa en la Ilustración 6 realizando una migración de la placa anterior del enfriador al nuevo control de mando. El nuevo control de mando contaba con una HMI marca OMRON, y controlaba la cantidad de temperatura que se le programa como un rango máximo y un rango mínimo, si la maquina llega a la temperatura máxima, se activa el enfriador para poder enfriar la máquina.



Ilustración 6- Chiller con nuevo Control de Mando incorporado

Fuente: Elaboración propia

La pantalla a parte de colocar solo el Set de las temperaturas como se demuestra en la Ilustración 7, también tenía la accesibilidad de poder ver el estado en el que estaba actuando la máquina, si la bomba estaba encendida la pantalla reflejaba un led digital encendido, al igual con la bomba 2 y los demás componentes como lo enfriadores y motores.



Ilustración 7- Pantalla de nuevo Control de Mando

Fuente: Elaboración propia

4.1.2 PROYECTO 2- CONFIGURACIÓN E INSTALACIÓN DE PANEL, GILDAN/MAYAN

Gildan hoy en día es uno de los fabricantes de ropa y calcetines que lideran en el mundo, llevan décadas desarrollando una base de manufactura a gran escala y con las habilidades necesarias. Durante la temporada de los huracanes a los cuales se enfrentó el país, tuvieron fallas con unos paneles de control en la planta de Mayan, esta dicha planta tiene como objetivo la distribución de los químicos necesarios para la suavización, blanqueamiento o coloración de las prendas, se solicitó dos paneles de mandos de control, uno donde estaría ubicado en los tanques principales donde se encuentran dos de los químicos principales como lo es el Peróxido de Hidrógeno y la Soda Caustica, en ese panel se encontraba lo que era el PLC principal y un ET200 para poder tener la comunicación con el panel dentro de la planta donde se encontraban las tolvas de los químicos con 1400 KG de cantidad. El panel que se pidió reemplazar dentro de la planta se puede observar en la Ilustración 8 estaba teniendo problema solo con esas dos tolvas de químico, los otros 8 no tenían problema.

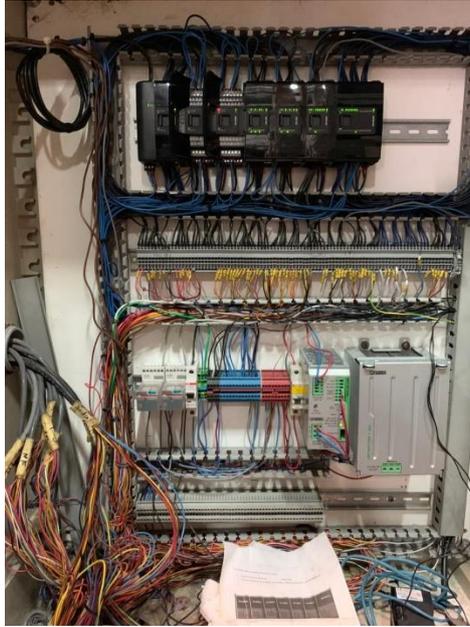


Ilustración 8-Panel con problema.

Fuente: Elaboración propia

Se empezó a realizar la búsqueda dentro de todo el panel de cuáles eran las entradas y salidas de las señales de los sensores que estaban dentro de las tolvas para colocarlos en el nuevo panel de control, los sensores dentro de la tolva eran de posición, que identificaba la posición de la válvula si estaba abierta o cerrada, un sensor de flote que determinaba el nivel de químico que había dentro de la tolva y un sensor de presión para determinar la presión dentro del tanque. Le panel final que se instaló en Gildan es el que se demuestra en la Ilustración 9, donde mediante el comunicador ET200 recibía señales del control de mando fuera de la planta.



Ilustración 9- Panel nuevo en planta de Gildan

Fuente: Elaboración propia

Una vez instalado el panel se empezaron a realizar las pruebas necesarias para poder confirmar que todo estaba bien y cada uno de los sensores estaban actuando de forma óptima, dentro de la HMI como se ve en la Ilustración 10, tenía diversas opciones, el técnico tenía la disponibilidad de establecer el rango mínimo y máximo que deben de tener cada una de las tolvas, podía determinar si quería que todo fuera realizado de forma automática o manual, si se realizaba de forma manual él debía de activar la válvula, las bombas para que succionen químico desde los tanques fuera de la planta. Si el decidía que todo fuera de manera automática, el PLC recibía los mandos desde mediante los ET200 para el accionar cada uno de los componentes necesarios y cuando fueran necesarios, por ejemplo, si la tolva estaba por debajo del nivel deseado, el controlador mandaba la señal para que la bomba se activara y procediera a llenar la tolva hasta el rango máximo establecido, y proceder así con cada uno de los componentes. Cuando había algún tipo de error, ya fuera de comunicación entre los ET200, o algún problema con los sensores la pantalla era capaz de tirar una alerta, y determinar los posibles problemas para que se puedan analizar y proceder a solucionarlo.



Ilustración 10- HMI planta MAYAN, Gildan

Fuente: Elaboración propia

Al momento de realizar las pruebas se demostró que el sensor de posición y el presión estaban tirando datos incoherentes, se procedió a realizar una revisión y dentro de otro panel de la planta, donde van conectados dichos sensores se veía que no estaban funcionando, los técnicos dentro de la planta se hicieron cargo de realizar nuevamente

las conexiones y una vez ya establecidas aún se estaban dando datos incorrectos pero no tan incoherentes, y se llegó a la conclusión que lo que se debía de realizar era una calibración nuevamente de cada uno de los sensores para evitar futuros problemas, pero para poder realizar la calibración las tolvas debían de estar en cero, o mejor dicho totalmente vacías, entonces no se podía proceder con eso ya que las tolvas estaban en su total capacidad, los técnicos de la planta quedaron en calibrar los sensores, para ellos ya realizar las pruebas finales con los sensores, pero todo lo que se probó anteriormente quedo funcionando en óptimas condiciones.

4.2 SEMANA 2

4.2.1 PROYECTO 3- CAMBIO DE PARÁMETROS, PANIFICADORA BUENA FE

Durante la segunda semana se fueron desarrollando diferentes actividades con el objetivo de mejora de una cinta empacadora mostrada en la Ilustración 11, situada en la panificadora “Buena Fe”, ubicada en La Entrada, Copan. El problema radicaba en la HMI, marca “Mimac” italiana, la cual no era posible realizar control del proceso debido al deterioro de su táctil, como también de sus funciones agregadas hasta llegar a un punto de ser inoperable. La panificadora contactó a AINSA para hacer un respaldo de la pantalla y migrarla hacia una nueva con funciones similares a la original.



Ilustración 11- Cinta Empacadora

Fuente: Elaboración propia

La empresa realizó sus cotizaciones y se alió con AINSA debido al modelo del PLC que controla la HMI, mostrada en la Ilustración 12, el modelo del PLC es parte de las marcas distribuidoras por AINSA, lo cual es OMRON.



Ilustración 12-HMI MIMAC

Fuente: Elaboración propia

La migración se realizó mediante el software de OMRON, CX progammer, y NB Designer tratando que la migración de los campos de memoria fuese transparente, es decir, sin cambiar nada de las variables, lo cual es más simple realizarlo cuando la migración es de modelos de la misma marca. Resultaron obstáculos como el no poder migrar los campos de memoria vía ethernet, lo cual es habitual al momento de la migración, en cambio la migración no se pudo realizar como lo es habitualmente, sino que usando vía USB se tuvo que evaluar y agregar las funciones que la pantalla vieja realizaba a la nueva pantalla, realizando campo de memoria por campo de memoria lo cual su mayoría de entrada y salida para poder agregar las funciones necesarias, al haber una gran cantidad de funciones, se realizó un filtro de operaciones en conjunto con el encargado de poner en marcha la cinta, es decir, filtrar las funciones que más utilizaba y agregarlas a la pantalla ya que existían funciones que no tenían mucho sentido agregarlas ya que no las manipulaba. Se realizaron las funciones más utilizadas por el operador siendo la pantalla amigable con el usuario, se agregaron funciones de parametrizado de medida negativa y positiva para cortar el empaquetado a la medida deseada por el usuario como también funciones de visualización de temperatura, visualización de alarmas, PID, en la Ilustración 13 se logra observar las diferentes pantallas realizadas con las funciones más utilizadas en la nueva HMI.



Ilustración 13-Pantallas realizadas

Fuente: Elaboración propia

En la Ilustración 14 se logra visualizar la pantalla de inicio del programa original obtenido del respaldo hecho de la HMI MIMAC.



Ilustración 14-Pantalla Inicial en HMI MIMAC

Fuente: Elaboración Propia

En la Ilustración 15 se observan las funciones hechas por la migración a la nueva pantalla OMRON NB5, logrando captar en el software de OMRON la nueva vista de la pantalla inicial del proceso lo cual fue diseñada con NB designer, al mismo tiempo se comprobaron todas las direcciones del programa original en el PLC con la nueva HMI.



Ilustración 15- Funciones de la migración

Fuente: Elaboración Propia

Una vez realizado la migración se fue a montar la nueva pantalla a la cinta empaquetadora, mostrada en la Ilustración 16 lo cual se pudo lograr todas las funciones necesarias para una operación optima por parte de la máquina, dando un resultado satisfactorio para el cliente.



Ilustración 16-Nueva Pantalla

Fuente: Elaboración propia

4.3 SEMANA 3

4.3.1 CHARLAS DE FORMACIÓN.

El inicio de semana fue solo para corroborar y probar una programación de un control de mando que se llevaría a CAICESA una empresa en Tela, Atlántida. Al culminar se recibieron ciertas charlas o capacitaciones sobre bloques de programación que son principales y/o los más usados para realizar un proceso de automatización, como ser los UDT, los FC, DB, Force tables, entre otros. También se recibió una capacitación sobre el

software OMRON, y sus distintos PLCs y HMIs, se realizó un pequeño ejercicio donde se pudo cargar a un PLC como se ve en la Ilustración 17, se determinó las diferencias entre Siemens y OMRON, se sabe que cada uno la finalidad es la misma, pero hay ciertas cosas que Siemens tiene como ventaja y orden, en este caso los bloques de programación.

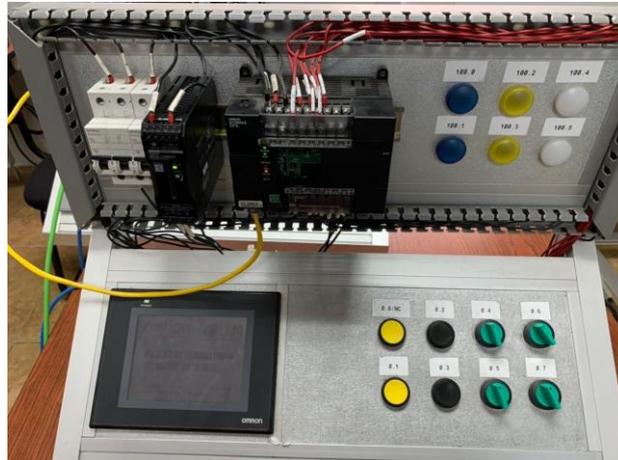


Ilustración 17-PLC y HMI OMRON

Fuente: Fuente: Elaboración propia

4.3.2 PROYECTO 4- DISPENSADORA DE ELÁSTICO, JERZESS NUEVO DÍA

Jerzess es una textilera que se ha dedicado durante un largo periodo de tiempo a la fabricación de piezas de ensamblaje de prendas de vestir, principalmente exportadas a Estados Unidos, ellos han querido realizar un proceso más automatizado para el corte e implementación de un elástico para las prendas como ser los buzos de vestir, actualmente una persona se encarga de tomar la medida para cada talla de buzo, corta el elástico y procede a coserlo en la tela, la empresa contactó a la AINSA para automatizar el proceso de medición y corte del elástico para que el obrero solo procesa a realizar la costura del elástico.

Se realizó un prototipo como el que se muestra en la



Ilustración **18** el cual desarrollaba el dispensado y el corte del elástico. En la parte derecha de la ilustración se observa el motor que tenía sujeto unos rodos para poder hacer el proceso de dispensado, procediendo a realizar el corte mediante una cuchilla que dependiendo de la cantidad de presión de aire que entra por la manguera es la fuerza con la que se realiza el corte.



Ilustración 18- Cortadora de elástico

Fuente: Elaboración propia

Para poder controlar el largo de cada uno de los elásticos en la pantalla HMI se estableció cada una de las tallas para que el obrero solo seleccione la velocidad con la que debe de ir realizándose los cortes y la talla que necesita, como se demuestra en la Ilustración 19

cada una de las tallas contiene cierto valor de calibración de pulsos, para poder determinar el largo exacto que se establecía por Jerzess.

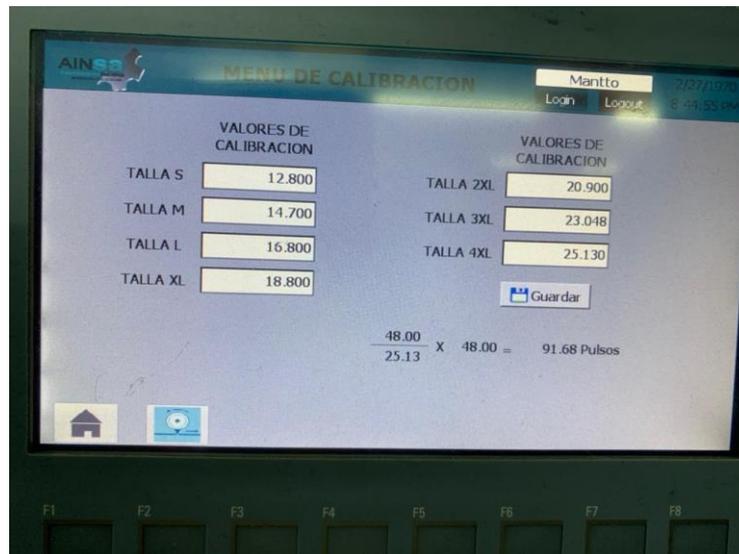


Ilustración 19- Tallas de elástico

Fuente: Elaboración propia

Al realizar las pruebas una vez montado el panel y el prototipo, el jefe del proyecto de Jerzess determino que lo mejor también sería colocar un sensor en la base donde cae el elástico para que el prototipo sepa en qué momento poder seguir realizando los cortes, una vez el sensor determine si hay elástico poder parar el proceso, y si ya el sensor determina que no hay cierto elástico, poder continuar con el proceso de dispensado y corte y darle el tiempo necesario para que el obrero pueda realizar la parte de costura.

4.3.3 REALIZACIÓN DE REGULADORES DE VOLTAJE

Se asignó poder realizar un análisis a siete maquetas como en la Ilustración 20 sobre los componentes que le hacen falta, los componentes que debe de contener cada una es:

1. HMI
2. Logo Power
3. Switch
4. Breaker
5. PLC 1214C- DC/DC/DC
6. Display OMRON
7. Dos potenciómetros de 10 V
8. 4 Leds

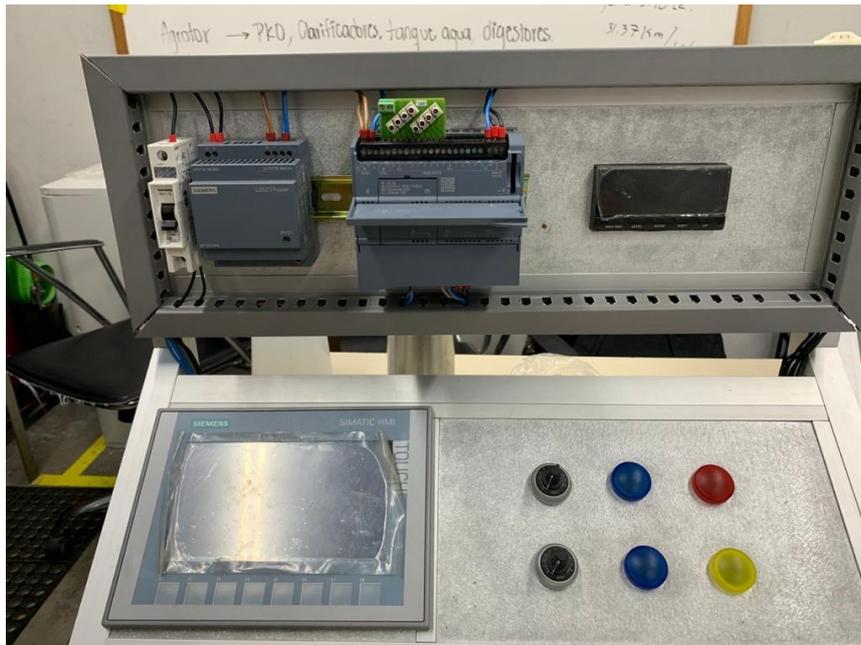


Ilustración 20- Maquetas

Fuente: Elaboración propia

Al realizar el listado de cada una de las maquetas, se debía de probar que cada componente funcionara, pero los potenciómetros no estaban funcionando, entonces se procedió a realizar las placas como se muestran en la Ilustración 21, para poder nuevamente comprobar si en efecto cada una de las placas eran las que no estaban funcionando o en efecto los potenciómetros ya no estaban en sus condiciones óptimas, pero al conectar cada una de las placas, los potenciómetros si funcionaron, y se dejaron instaladas cada una de las placas para que las maquetas no tengan ese inconveniente.

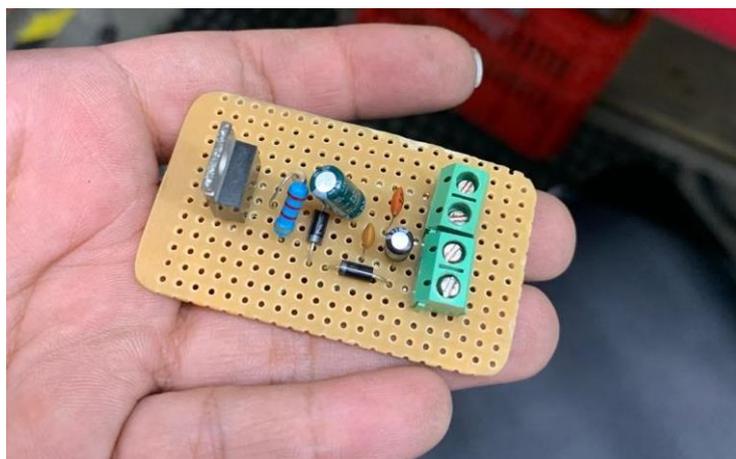


Ilustración 21-Nuevas Placas

Fuente: Elaboración propia

4.4 SEMANA 4

4.4.1 PRÁCTICA DE CONEXIONES MEDIANTE SCADA

Se solicitó que se pudiera realizar una comunicación SCADA para la empresa CAICESA, que se visitaría la siguiente semana, este proceso estaba llevando cierta dificultad ya que no se determinaba el por qué las computadoras no conectaban, al principio se debió de desactivar el firmware de las computadoras ya que por ser una protección no permitía hacer la conexión entre las computadoras, una vez desactivado, aun se tenía problema con la transferencia de los archivos, se empezó a investigar cual sería otro de los problemas por el cual no se podía hacer la transferencia, y aun haciendo ping las computadoras, se empezó a crear carpetas para que las computadoras se pudieran compartir y aun no funcionaba la transferencia de datos, realizando una lectura profunda en revistas científicas, artículos universitarios, se encontró que al momento en el que se hace la instalación del software TIA PORTAL, automáticamente se instala una carpeta llamada "Simatic Shell" en el cual se deben de subir los archivos en él, y así el otro dispositivo o computadora pueda obtener los datos que necesite, aun también haciendo que la red de wifi en la que se esté conectado sea una red privada y confirmar que ambos dispositivos PC estén conectados a la misma red, para hacer conexión mediante el WinCC para el traslado del documento.

4.4.2 CONFIGURACIÓN DE UN ARRANCADOR SUAVE 3RW44-SIEMENS

En esta cuarta semana tocó trabajar en la configuración del arrancador suave donde consistió en establecer los parámetros de comunicación del bus de campo y los parámetros de IP para lograr una comunicación con el controlador SIEMENS S1200 -1214 DC/DC/DC, donde serían utilizados en la planta de Tegucigalpa utilizada para el SANAA. Se realizó la práctica de configuración del SIRIUS 3RW44 donde permite una serie de ventajas con el objetivo de protección de las bombas de agua a implementarse en la capital de la república. El arrancador suave permite ajustar diferentes factores como la corriente, par de arranque exactamente lo requieran la aplicación a llevarse a cabo. La configuración se llevó a cabo con el software de TIA portal incluyendo el "Soft Starter", la cual permite agregar los dispositivos en el integrador. Con la ayuda de los datos del motor y del manual se logró comprender la configuración del dispositivo, en la Ilustración 22 se logra observar el arrancador suave a configurar. Debido a la aplicación

involucrada en el proyecto se configuraron los parámetros del arrancador suave específicamente para una bomba, estableciendo una rampa de tensión del 30% de tensión de arranque con 10 segundos de tiempo de arranque, así mismo se estableció la rampa par del motor y un par final de 150 y un tiempo de arranque de 10 segundos. Se logró una comunicación PROFINET con el PLC mediante el módulo de comunicaciones para arrancador suave con código 3RW4900, utilizado para activar el bus de campo y asignar una IP al arrancador para lograr la comunicación y poder guardar los ajustes predeterminados. Al lograr la parametrización con las especificaciones de la bomba a utilizar, se logró realizar la práctica y culminar la práctica de configuración del arrancador suave versión 3RW44 de la marca SIEMENS.



Ilustración 22- Arrancador Suave 3RW44

Fuente: Elaboración propia

4.4.3 CONFIGURACIÓN DE VARIADOR G120C

El variador de frecuencia tiene como función regular la velocidad del motor mediante la alteración de la frecuencia que el variador este proporcionando. El modelo G120C es un modelo de uso industrial en aplicaciones de bombeo, ventilación, compresión, todo relacionado con lo que se puede llamar motor. El variador se configuró mediante un panel operador básico (BPO) por sus siglas en inglés. El variador tiene diferentes características en lo que respecta al control de los motores, por ejemplo, se puede ajustar la frecuencia provisionada a un motor en donde se requiera pares altos en puntos de baja frecuencia, como también puede hacerse uso de diferentes tipos de comunicación

como lo es ethernet, PROFINET, MODBUS, entre otras cosas. La estructura del variador, resulta ser compacto, al mismo tiempo se puede lograr la configuración del variador, a parte de las mencionadas anteriormente con un panel operador inteligente (IOP) por sus siglas en inglés, donde es una pantalla de texto plano donde permite un guía de menú más interactivo lo cual hace más sencillo su uso en la configuración de los parámetros. Para lograr el funcionamiento del variador mostrado en la Ilustración 23 se tomó en cuenta diferentes factores, como la aplicación se utilizó un motor trifásico inductivo mostrado en la Ilustración 24.



Ilustración 23- Variador de frecuencia G120C

Fuente: Elaboración propia

El motor consta de una potencia de 0.373 kW, marca SIEMENS con una frecuencia de 60 Hz, el motor consta con una velocidad en rpm de 3485 incluyendo una eficiencia nominal del 74% y tomando en cuenta un factor de potencia de 0.81. El motor se conectó al variador con una conexión en baja tensión, dando resultados medidos por un multímetro de 393 voltios. Todos estos datos permiten realizar la programación y configuración de los parámetros del variador, donde los más importantes en la especificación del motor son las de los parámetros p0300-p0311, donde son los que describen el motor en sí. Se presentó la problemática de un fallo con código F07990, donde eran específicamente los datos del motor no ingresados correctamente, se reseteo a configuración de fábrica para volver a ingresar los parámetros del variador en donde se hizo la prueba con el multímetro que solo entregaba 390 voltios, y una corriente de 0.90. con todo lo

especificado hay que tener en cuenta que la relación entre la potencia nominal del motor con la corriente nominal no debe ser menor que 0.5 y mayor que 4. El funcionamiento del motor con las respectivas velocidades aplicadas fue exitoso, cabe mencionar que hay que tomar en cuenta los parámetros p0010 para la aplicación de los cambios hechos en los parámetros.



Ilustración 24- Motor trifásico inductivo

Fuente: Elaboración propia

4.5 SEMANA 5

4.5.1 PROYECTO 5- PUESTO EN MARCHA DE 3 PANELES, CAICESA

Compañía Agrícola Ceibeña, S.A. de C.V. (CAICESA) es una empresa que se encarga en desarrollar aceite obtenido de las piñas de palmas que están ubicada en Atlántida, Honduras. Se hizo la solicitud de realizar 3 paneles para el control de la temperatura de cada uno de los silos, donde se clasificaban por, tanques de lodo, pre-clarificadores y clarificadores, este control se obtiene por medio de los comparadores, que también se pueden controlar por un PID, cada panel con su respectiva HMI como lo muestra la Ilustración 25 lee la temperatura de la termocupla y dependiendo de la temperatura que se establece en el *set point*, se activa una válvula que permite el paso de vapor, para así mandar a calentar los silos.



Ilustración 25-Pantalla CAICESA

Fuente: Elaboración propia

Cada panel tenía la opción de poder ver una gráfica del comportamiento de las temperaturas en cada uno de los silos. Se estaban obteniendo problemas con la lectura de unos sensores y se decía que era un problema de programación, pero con un generador de impulsos se conectó a las entradas del PLC y se empezó a simular como que si en realidad el sensor estaba conectado y se veía en la pantalla que de hecho se estaba obteniendo los pulsos, se procedió a revisar los sensores y se determinó que era un problema de calibración.

4.5.2 PROYECTO 6- CONFIGURACIÓN DE CONTROLES EN TANQUES, GILDAN

En la quinta semana se propuso culminar el proyecto enfocado en control de presión de los tanques de peróxido de hidrogeno y tanques de soda caustica para las plantas de Hontex y Mayan en Gildan, mostrados en la Ilustración 26. El proyecto se enfocaba en la calibración de los sensores de presión PI2898 mostrado en la Ilustración 27 que mide y supervisa la presión en las instalaciones donde muestra la presión actual en los tanques en una pantalla donde genera señales de salida con respecto a los parámetros configurados por el usuario. El funcionamiento elegido por para la aplicación fue de 2 hilos, donde muestra señales analógicas realizando un normalizado con entradas de 4...20mA. Para la parametrización se obtuvo como primer paso la selección del parámetro mediante el control del sensor con respecto a las señales analógicas y configurar el parámetro para de una vez confirmar el parámetro.



Ilustración 26- Tanques de Soda Caustica

Fuente: Elaboración propia

La parametrización y control de presión consistía en la densidad del fluido como también la presión de la gravedad para obtener un cálculo en mbar donde se intervenía la distancia métrica del sensor a la altura que indicaba el fluido.



Ilustración 27- Sensor de presión PI2898

Fuente: Elaboración propia

El cálculo para obtener y validar los valores de la presión dada por el sensor se enfocaba en obtener la densidad del fluido, en este caso midiendo la soda caustica tiene una densidad de 2.13g/cm^3 , donde se está midiendo en cm y kg, se logra la conversión, se logra la multiplicación con la gravedad y se obtiene la presión actual multiplicada con la altura en ese momento. En proyectos anteriores para la instalación del panel se muestra una visualización de estos datos en la Ilustración 28



Ilustración 28- Supervisión de sensores de presión

Fuente: Elaboración propia

En la Ilustración 28 muestra la supervisión de los tanques de Hontex mediante una HMI, donde se muestra ambos tanques, de peróxido de hidrógeno y de soda caustica, con el objetivo de lograr un mayor control de la presión y con la obtención de datos, se agregó en la parte de programación en el integrador de TIA portal una recopilación de datos anuales para algún caso de estudio de costos o control de presión de los tanques para evitar fallas o accidentes en el uso de estos tanques.

4.5.3 PROYECTO 7- INSTALACIÓN DE PANEL PARA 2 BOMBAS- INOPTSA

INOPTSA es una planta de tratamiento de aguas residuales, se hizo la solicitud de un panel sencillo como el de la Ilustración 29 que controlara 2 bombas de 3PH, se realizó mediante un PLC Logo, que pudiera controlar las bombas y se activen ya sea de una manera automática o manual.



Ilustración 29-Panel de control de bombas

Fuente: Elaboración propia

Las bombas estaban ubicadas dentro de un pozo de lodo, si estaban de una forma manual, los obreros debían de presionar los botones de start de la bomba que desearan que se accionara, si estaba de una manera automática, se activaba mediante un sensor de flote que al momento en el que el sensor se daba vuelta, la bomba se accionaba a succionar el lodo para proceder a realizar biomasa. Se le incorporó también un paro de emergencia, por si sucede algún tipo de accidente o percance que necesiten de urgencia detener el proceso.

4.6 SEMANA 6

4.6.1 PROYECTO 8 – CAMBIO DE ARRANCADOR SUAVE 3RW55, INVEMA

En esta semana se logró obtener el conocimiento de la instalación de un arrancador suave, modelo 3RW55 de la marca SIEMENS mostrado en la Ilustración 30, uno de los más actuales en el mercado por parte de esta marca. El proyecto consistía en cambiar el arrancador suave 3RW40 ya en consideración de cambio por mantenimiento de la empresa, se eligió el 3RW52 con el propósito de tener equipo de alta gama y con funciones agregadas como accionamiento sofisticados o arranques con la cinta cargada en la aplicación que INVEMA aplicaría.



Ilustración 30- Arrancador Suave 3RW52

Fuente: Elaboración propia

La parametrización se enfocó en una cinta transportadora, donde el arranque suave se obtiene a través de una rampa de tensión la cual aumenta el voltaje de lo motor dentro del tiempo establecido con el tiempo de arranque de la rampa establecido lo cual puede ser ajustable todo dependiendo de la aplicación, en este caso mencionado anteriormente para una cintra transportadores. Se ingresan los parámetros manualmente para el funcionamiento óptimo, algunos datos se obtienen del diseño del motor, con parámetros de clase 10E en la primera perilla para una protección electrónica de sobrecarga del motor tipo de arranque con regulación par, una tensión de arranque especificada en el motor del 70% un tiempo de rampa de arranque de 5 segundos y una limitación de corriente de 30. 8 amperios con un tiempo de parada de 10 segundos. El diagrama de entradas y salidas del arrancador va dirigida a una tensión de 400 voltios. Hay que tomar en cuenta para la activación de ciertos bits la entrada IN es conectada a una alimentación de 24v en el arrancador anterior, en cambio en el nuevo esa alimentación debe de ser de 110 voltios. En la Ilustración 31 se muestra un antes y un después de haber realizado los cambios en el panel de control de la cinta transportadora en INVEMA.



Ilustración 31- Antes y Después del cambio de arrancadores suaves

Fuente: Elaboración propia

4.6.2 PROYECTO 9-CONFIGURACIÓN E INSTALACIÓN DE SENSOR D6FZ-FGT200, GILDAN

Gildan, como se mencionaba anteriormente es una maquila que se ha dedicado a la fabricación de calcetines y otro estilo de ropa como ser interior o camisas, buzos, etc. La planta RN4 fue una de las más afectadas luego de los huracanes ETA e IOTA, y se han ido reparando maquinas tejedoras de calcetines, pero no han logrado reparar todas y han optado por comprar maquinaria nueva. Para que estas máquinas puedan laborar los calcetines, necesitan de aire comprimido para realizar el proceso, pero también están observando que han tenido un incremento de consumo muy grande y necesitan poder determinar que tanto aire comprimido están consumiendo la maquinaria nueva, ya que el proveedor de ellos les informaba que debían de consumir 3.9 CFM, y se quiere comprobar la cantidad de aire que se está consumiendo en realidad, al igual que con las maquinas viejas, necesitan también establecer cuál es el consumo luego de que fueron reparadas ya que se están determinando que están teniendo fugas.

Para realizar la instalación, se necesita también un totalizador de datos que va recolectando y almacenando cada uno de los datos que el sensor este obteniendo, como se observa en la Ilustración 32, va conectado a un *Logo Power* para que pueda administrarle el voltaje correspondiente, los datos que el totalizador va almacenando se guardan en una memoria extraíble *SD card*, y automáticamente se los archiva en un documento CSV.



Ilustración 32- Sensor D6FZ-FGT200

Fuente: Elaboración propia

El sensor y el totalizador son capaces de tener una lectura de datos en L/min, m³/min, y m³/h. Se tiene que establecer antes de empezar a recolectar los datos en la memoria que tipo de unidad es la que se necesita y luego simplemente en el documento CSV se hace la conversión a CFM para obtener el dato final del consumo de cada máquina.

Este sensor tiene la capacidad máxima de una lectura en volumen de 200 litros, también se tenía la opción de instalar uno de 500 litros o de 1000 litros, pero se decidió utilizar el de 200 litros para tener una precisión más exacta, ya que el de 500 y 1000 litros son de un volumen muy grande.

4.6.3 PROYECTO 10- SINCRONIZACIÓN DE TIEMPO DE EMPAQUETADO, AGUA AZUL

Este proyecto fue realizado por un ingeniero de AINSA anteriormente, se realizó la visita ya que la maquina 1 de lado izquierdo en la Ilustración 33 no sincronizaba con la maquina 2 para el empaquetado después del dosificado. Se realizó una revisión a la programación con el propósito de inspección de errores.



Ilustración 33-Dosificación de agua

Fuente: Elaboración propia

El proceso consistía en la dosificación de agua en bolsa de la compañía Agua Azul, el proceso en revisión comenzaba con las maquinas mostradas en la Ilustración 33 donde dosifican en teoría ½ litro de agua en bolsa. La máquina de la derecha es la maestra lo cual hace la del lado izquierdo la esclava todo con propósitos de sincronización de los motores para el sellado horizontal final para liberar la bolsa y llevarla a la cinta de la Ilustración 34 para llevarla como producto terminado.



Ilustración 34- Empaquetado de agua

Fuente: Elaboración propia

En el proceso se notaba una sincronización precisa, pero se percató que al momento de iniciar la maquina con sus respectivos sellados verticales y horizontales el dosificado no tendría que ser inmediato activado por el operador, si no que con un retraso de 5 segundos tenía que aplicarse el dosificado para que ambas máquinas fuesen sincronizadas automáticamente, así mostrado y diseñado en la programación. La revisión fue simple, ya que el conteo del tiempo mediante un temporizador TON en la maquina maestra, en este caso la de lado derecho donde se tomaba el tiempo de inicio de dosificación para que el esclavo se sincronizara, tomando un tiempo de intervalo de 0.5 segundos como máximo y un tiempo de 0.180 segundos para lograr la sincronización.

4.7 SEMANA 7

4.7.1 PROYECTO 11- PESAJE DINÁMICO, PROALSA

El proyecto consistía en tener el control de peso de las galletas producidas en campo ubicada en Villanueva, Cortés, para determinar como último paso si el producto es válido para salir al mercado, considerando un margen permitido de 8 gramos de una totalidad de 211 gramos que pesa el paquete, se hizo uso del Siwarex WP241 mostrado en la Ilustración 35.



Ilustración 35- Siwarex WP241

Fuente: Elaboración Propia

Este dispositivo puede trabajar sin necesidad de un controlador, en cambio agrego un PLC S71200 con el propósito de una visión a futuro del proyecto. El proyecto fue conformado por una celda de carga mostrada en la Ilustración 36



Ilustración 36- Celda de Carga

Fuente: Elaboración Propia

Esta celda tiene ciertas especificaciones como su entrega voltaje con respecto al peso de un máximo de 1.888 mV, y un peso de 20 Kg. El panel del proyecto también iba conformado por una Simatic HMI, donde se subió el programa "Listo para el uso" de la empresa alemana Siemens. La pantalla de calibración mostrada en la Ilustración 37 muestra las opciones iniciales de parametrización realizadas.

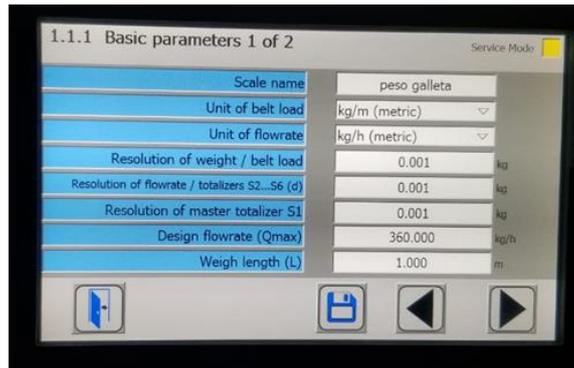


Ilustración 37- Parametrización 1.1

Fuente: Elaboración Propia

En esta pantalla se configura y parametriza las unidades deseadas a mostrar y a calcular con respecto a la celda de carga, configurando resoluciones de flujo, de peso entre otras cosas. La calibración consistía en establecer un punto cero de carga de la banda, donde el programa ofrece esta opción, al mismo tiempo se requiere calibrar el punto de carga, donde se puede realizar de distintas maneras mostrada en la Ilustración 38

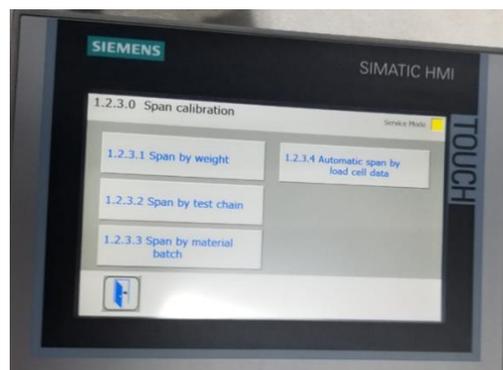


Ilustración 38- Parametrización 1.2

Fuente: Elaboración Propia

Se puede calibrar el punto de carga de distintas formas, por peso fijo, por peso en cadena de la banda en movimiento, o por modo automático con datos proveídos por parte de la celda de carga, lo cual fue obtenido de esta manera para obtener una pantalla de visualización mostrada en la Ilustración 39



Ilustración 39- Pantalla de Visualización

Fuente: Elaboración Propia

Cabe destacar que para la aplicación en banda transportadora se utilizaron entradas de velocidad del motor para obtener el dato de flujo. La información de la velocidad del motor fue obtenida por un *encoder* que envía señales a una entrada analógica del Siwax WP241 para poder obtener el dato de flujo. El proyecto ha sido culminado con respecto a unos inconvenientes de fabricación que provocan vibración en la banda transportadora mostrada en la **Ilustración 40** que ocasiona una imprecisión en el dato obtenido. En la **Ilustración 41** se muestra la banda y la celda instalada debajo del rodillo como objetivo de obtener un mejor cálculo del peso.



Ilustración 40- Banda Transportadora

Fuente: Elaboración Propia

En la Ilustración 41 se muestra la celda de carga instalada debajo del rodillo de la banda, al mismo tiempo en la Ilustración 40 se muestra la instalación de *encoder* midiendo la velocidad del motor de la banda.



Ilustración 41- Celda de Carga Instalada

Fuente: Elaboración Propia

4.7.2 PROYECTO 12- INSTALACIÓN DE PANELES BIO-DIGESTORES, AGROTOR

AGROTOR pertenece al mismo grupo corporativo de CAICESA, Jaremar, ambas empresas se dedican a la fabricación de aceite de las piñas obtenidas de las palmas en la Atlántida, Honduras. Para este proyecto se hizo la solicitud ciertamente similar a la de CAICESA, se necesitaban 3 paneles para manejar el área de clarificadores, digestores y tanque de agua caliente. El panel que se muestra en la Ilustración 42 contiene su PLC, dos módulos de entradas y salidas, una batería, sus convertidores de voltaje y un switch. Cada panel que fue solicitado fue suplementado con cada uno de los componentes ya mencionados.



Ilustración 42- Panel, AGROTOR

Fuente: Elaboración Propia

Al igual que en CAICESA, cada uno de los paneles debía de ser capaz de poder manejar las temperaturas de los silos de las áreas ya mencionadas, poder obtener una lectura en tiempo real y ser capaz de poder establecer cuáles serían sus temperaturas mínimas y máximas en cada uno de los tanques o silos. Al igual, poder manejar la Histéresis de cada uno de los ya mencionados. Para este caso los sensores de temperatura que se estaban utilizando eran unos TH100 que de igual manera se programaron para poder tener un rango mínimo y máximo al cual poder ser presentados, si en algún dado caso las temperaturas se excedían se procedía a habilitar una válvula para poder sacar el vapor y poder liberar cierto nivel de temperatura y el silo o tanque vuelva al rango de temperatura que se estableció en la pantalla de inicio.

4.7.3 PRACTICA 5- REALIZACIÓN DE RESPALDO DE HMI, CADECA

Las pantallas de interfaces utilizadas en CADECA estaban ya deterioradas, no mostraban imágenes, al mismo tiempo la toma de fotografías es prohibida. Para poder realizar los respaldos de ambas pantallas se necesitó usar el programa de Siemens llamado ProSave, se realizan las diferentes configuraciones de respaldo con licencias, se realiza la respectiva dirección donde se guardará el archivo con extensión psb y se empieza a realizar el respaldo, el tiempo estimado del respaldo dependerá del tamaño del archivo, la conexión de comunicación entre el ordenador y la HMI debe de ser ethernet para poder jalar los datos de programación de cada imagen realizada en la programación de cada HMI, también el respaldo puede ser realizado vía USB en la pantalla a utilizar, mientras siempre y cuando tenga puertos USB. Cabe destacar que las configuraciones de respaldo exigen saber el tipo de pantalla que se realizará el respaldo, es decir el modelo, si es una KTP 700, KTP 600 entre otras, al finalizar se guardará un archivo psb, lo cual solo puede ser abierto en otra HMI, no es posible modificar las pantallas ya antes existentes.

4.8 SEMANA 8

4.8.1 PROYECTO 13- CAMBIO DE ARRANCADOR SUAVE, EXTRUM

En esta semana se contactó a AINSA para brindar solución a una banda transportadora, la función de esta banda mostrada en la Ilustración 43 es el empaquetado de canaletas

de diseño arquitectónico, mediante programación de fábrica la banda no podía enrollar el empaquetado debido a la condicionante de avance de la banda transportadora, se determinó la falla por parte de los técnicos de Extrum resultando un variador de frecuencia marca OMRON modelo 3G3MX2 dañado, se realizó la inspección y confirmación de los parámetros del arrancador viejo donde se especifican acorde la placa de datos del motor a controlar. Los parámetros del arrancador se dividen en grupos de funciones de monitorización, de perfil principal, estándar, ajustes de precisión, constantes de motor y otros parámetros.



Ilustración 43- Banda transportadora, EXTRUM

Fuente: Elaboración Propia

En la Ilustración 44 se muestra el variador de frecuencia instalado después de modificar los grupos de funciones los cuales fueron los más específicos acerca del tipo de motor a controlar por parte del arrancador. Los grupos de funciones para la parametrización del variador se dividen en grupos D, F, A, B, C, H, P donde se enfocan en la optimización del uso del motor a controlar mediante haciendo de su tecnología para determinar la rampa de arranque a utilizar y la rampa de parada a establecerse mediante la parametrización.



Ilustración 44- Arrancador suave, EXTRUM

Fuente: Elaboración Propia

4.8.2 PROYECTO 14- VISITA TÉCNICA, REPRESA HIDROELÉCTRICA RÍO BLANCO

La represa Hidroeléctrica Rio Blanco, es una empresa que se ha dedicado a brindar energía a la empresa EEH, se le solicitó a AINSA que realizara la visita técnica para el estudio de un arranque de energía que estaban obteniendo que les consumía demasiada corriente al momento de querer energizar el gancho que se demuestra en la Ilustración 45, la corriente máxima que debería de consumir el gancho al momento de encenderlo es de 32 A, el gancho normalmente es utilizado solo para un proceso de mantenimiento, pero para realizar el mantenimiento se desconectan de la energía directa y proceden a encender un planta generadora de energía, al momento de dar inicio al proceso con el gancho se obtiene un consumo de 52 A, lo cual desestabilizaba otras fuentes que necesitaban corriente o voltaje, entonces se solicitó realizar el estudio para poder ver cómo reducir ese pico de corriente que consumía el gancho.

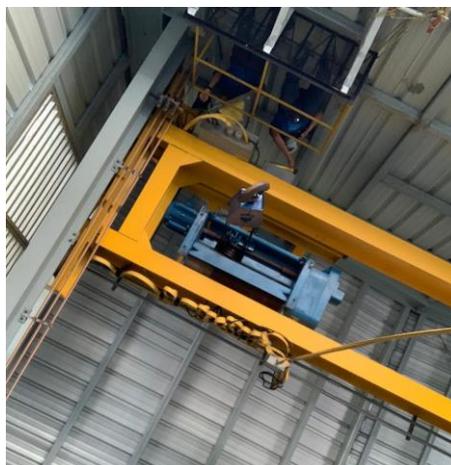


Ilustración 45- Gancho de leva

Fuente: Elaboración Propia

Primero se analizó colocar un arrancador suave, pero se obtuvo la conclusión que el arrancador lo único que realizaría era prolongar el arranque, el consumo siempre iba a ser de 52 A. Luego se pensó en colocar 2 variadores uno por cada cambio de giro de motor, pero también se llegó a la conclusión que no solucionaría el problema de reducir el consumo corriente del gancho. Se realizaron estudios a la planta de energía que ellos estaban utilizando y se les comunicó que la planta no tenía la suficiente potencia para dar corriente al gancho y los demás elementos, se les dio la solución de cambiar la planta generadora de energía para que no siguieran obteniendo este problema.

4.8.3 PROYECTO 15- INSTALACIÓN DE SENSOR IDENTIFICADOR DE COLOR, FINOTEX

En este proyecto se consultó a AINSA sobre la cotización de un sensor que resolviera la detección de ausencia de luz o identificador de colores para el conteo de hojas producidas en el proceso de impresión de logos para una empresa americana, el sensor seleccionado para suplir las necesidades del cliente fue el E3X DAC51-S, amplificador con sensor de fibra óptica. El sensor fue seleccionado debido a la aplicación y por su rápida detección, en la Ilustración 46 se muestra el E3X DAC51-S.



Ilustración 46- Amplificador E3X DAC51-S

Fuente: (Road & Technopark, s. f.)

La parametrización de este dispositivo se centra en el sensor de fibra óptica donde se establece un color primario y uno secundario para la detección de iluminación donde utiliza los parámetros RGB para procesar la luz que incide en el sensor. En la parametrización de este sensor se enfocó en dar selección con el botón *mode* el modo operativo que el sensor estará trabajando, si estará en modo luz encendida, donde la salida se encenderá cuando la luz incidente esté arriba del límite establecido. En el modo luz apagada, la salida se activará cuando la luz incidente esté bajo el límite establecido.

Los valores mostrados en verde se establece el límite, en los valores de color rojo se transmite el color detectado. Como punto de partida el amplificador establece como valor 1000 al color blanco, y 0 cuando no está identificando un color, la fibra óptica realizaría una ausencia de color blanco en la aplicación en FINOTEX, es decir al no ser el valor 1000, la salida se activaría, operando en el modo de luz apagada. En caso de ser colores diferentes, se establece el color primario con los botones del amplificador al igual que el color secundario realizando el cambio del selector en el amplificador. La aplicación del sensor en la maquina resultó exitosa.

4.9 SEMANA 9

4.9.1 PROYECTO 16- RECOLECCIÓN DE DATOS DE SENSOR T6FZ-FG200, GILDAN

Luego de realizar la instalación de dicho sensor, se procede a realizar un análisis de los datos obtenidos, los datos que brinda el sensor los brindaba en una unidad en L/min, por lo que se procedía a realizar la conversión de multiplicarlo por 0.0354 para poder obtener los CFMs que cada máquina consumía. Gildan cuenta con maquinaria con años desde el 2006 hasta el presente año, luego de los dos huracanes por los cuales el país fue expuesto, la maquinaria más vieja fue reparada pero no quedaron con la misma eficiencia como con la maquinaria nueva, como se muestra en la Ilustración 47 se describen cada tipo de máquina, por año y código, las maquinas viejas tienen un código de GL544JCT, GL544A, G54JCT, G74JCT, y las maquinas nuevas que vienen de Italia tienen un código GK544F, el área de mantenimiento estableció que cada una de las maquinas tenía un consumo total de 3 CFM, lo cual se hacía demasiado alto por lo cual con el sensor se logró demostrar que no era cierto.

Maquinas Tejedoras													
Fecha	# Maquina	Año de maquina	Tipo calcetin	Estilo Calcetin	Ciclo calcetin	Inicio de Medicion	Fin Medicion	Sopleteo	Logo	Con cierre	Consumo de pico maximo	CFM min	CFM promedio
GK544F													
27/05/2021	4160	2021	Low cut		1:18 mins	2:34 PM	3:04 PM	No	No	Si			
31/05/2021	4178	2021	Low cut		1:18 mins	10:56 AM	11:11 AM	No	No	Si			
31/05/2021	4178	2021	Low cut		1:18 mins	11:14 AM	11:27 AM	No	No	Si			
2/6/2021	4082	2021	Low cut		1:18 mins	3:21 PM	9:15 PM	Si	No	Si			
3/6/2021	4065	2021	Crew		1:30 mins	10:38 AM	2:59 PM	Si	No	Si			
21/06/2021	4123	2021	Crew		1:30 mins	10:54 AM	11:10 AM	No	No	Si			
21/06/2021	4159	2021	Crew		1:30 mins	2:44 PM	3:02 PM	No	No	Si			
GL544CT													
7/6/2021	7040	2010	No show		1:46 mins	11:40 AM	3:30 PM	No	Nike, "Dri-fit"	Si			
07/6/2021 - 08/6/2021	7011	2010	No show		1:43 mins	4:40 PM	8:49 AM	Si	Nike, "Dri-fit"	Si			
9/6/2021	8112	2010	No show		1:31 mins	3:26 PM	3:39 PM	No	No	Si			
GL544A													
9/10/2021	9131	2015	No show		1:35 mins	3:51 PM	4:05 PM	No	Nike	No			
22/06/2021	8131	2014	Crew		2:15 mins	2:27 PM	2:42 PM	No	Nike, "Dri-fit"	Si			
22/06/2021	9112	2014	Low cut		2:04 mins	3:12 PM	3:27 PM	No	Nike, "Dri-fit"	Si			
22/06/2021-23/06/2021	9140	2014	Crew		1:54 mins	3:53 PM	8:47 AM	Si	Under Armour	No			
G541CT													
9/6/2021	6111	2006	No show		1:34 mins	2:14 PM	2:29 PM	No	Nike	No			
21/06/2021	5058	2007	Low cut	Athletic Work	1:44 mins	3:27 PM	3:47 PM	No	No	Si			
G741CT													
8/6/2021	6001	2007	No show		1:37:45 mins	9:47 AM	10:02 AM	No	Nike	Si			
8/7/2021	5113	2010	No show		2:48 mins	10:38 AM	10:53 AM	No	Under Armour	No			
9/6/2021	5115	2007	No show		2:51 mins	2:48 PM	3:03 PM	No	Under Armour	No			

Ilustración 47- Datos obtenidos por el sensor T6FZ-FG200

Fuente: Elaboración Propia

Cada máquina tejedora como lo muestra la Ilustración 48 , tiene distinto tipo de calcetín, y dependiendo del tipo de calcetín es el tiempo que se tarda un ciclo en terminar, lo que varía en el tiempo también puede ser, si el calcetín tiene algún tipo de logo como ser el de Nike, Under Armour, entre otras marcas, y si la maquina ya hace el proceso de cierre de calcetín (ya que hay máquinas de las viejas que no hacen el proceso de cierre en la punta del calcetín). También lo antes mencionado afecta en el consumo de CFMs, sin contar que la maquina tenga la opción de "sopleteo", el sopleteo se tiende a utilizar en máquinas que estén en medio de la línea, para que puedan sopletear y quitar todo el tamo que cae en la máquina para que tengan un mejor rendimiento.



Ilustración 48- Maquinas tejedoras, Gildan

Fuente: Elaboración Propia

En total se han tomado datos de 19 máquinas tejedoras, de las cuales 7 han sido de las nuevas, también se ha hecho la medición de 3 filetas de enhebrado, que como lo menciona su nombre es una fileta que cuenta con la conexión de 19 a 20 máquinas (dependiendo de la fila) que brinda un consumo a la máquina para poder hacer el proceso de enhebrado, en otras palabras, para poder ir jalando el hilo y hacer el calcetín. También se hizo la medición de la cantidad de aire que consume la máquina que hace el proceso del cierre del calcetín, esta máquina para lo único que utiliza el aire comprimido es para transportar el calcetín de la maquina al canasto donde se ubica un obrero para ir corroborando que el calcetín este bien elaborado.

4.9.2 PRACTICA 6- REPARACIÓN DE ARRANCADOR SUAVE 3RW44

Como se mencionaba en la práctica 3, el arrancador suave funciona para poder generar una protección a un motor, o para que su arranque pueda ser suave y para que al mismo tiempo obtenga un ahorro en energía, su configuración varía dependiendo de la utilidad a la cual se le va a dar, en este caso el arrancador no estaba obteniendo una comunicación y se conectó a la computadora para realizar nuevamente la configuración pero no se comunicaba, se empezó a realizar un análisis de cuáles podrían ser los problemas y se determinó que era una bornera que no estaba funcionando, se procedió a desinstalar la bornera de la placa para realizar una conexión directa mediante *jumper*s como se muestra en la Ilustración 49.

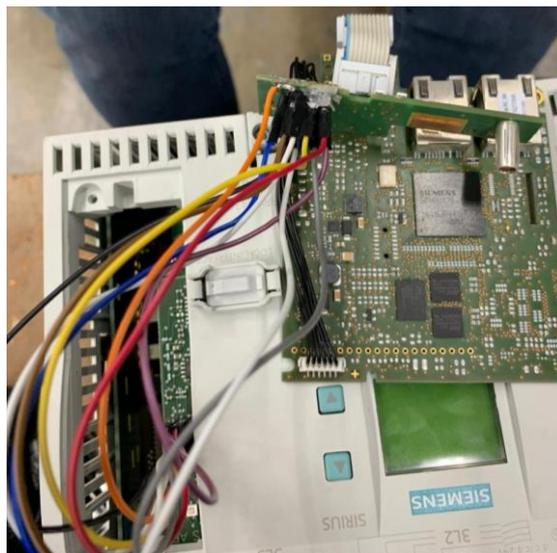


Ilustración 49- Conexión nueva realizada en arrancador suave

Fuente: Elaboración Propia

Una vez realizada la soldadura de los *jumpers*, se procedió a probar el arrancador para confirmar la hipótesis de que podría ser la bornera la del error. Al momento de encender el arrancador, se demostró que en efecto el problema que se estaba obteniendo era la bornera.

4.9.3 PROYECTO 17- INSTALACIÓN DE SITRANS FM MAG 5100 W, INOPTSA

La contratación a AINSA fue para obtener un sensor que midiera el caudal de un pozo de tratamiento de aguas residuales producidas de las naves textiles ubicadas en parque. AINSA brindando soluciones ofertó la tecnología del sensor electromagnético SIEMENS SITRANS FM MAG 5100W debido a su alta precisión en la medición, en la Ilustración 50 se logra observar el sensor.



Ilustración 50- SITRANS FM MAG 5100W versión compacta

Fuente: (SITRANS FM MAG 5100W | Electromagnetic Flow Measurement | Siemens Global, s. f.)

El trabajo por ingeniería fue su parametrización y alimentación para poder dejar el equipo operando. Al haber conectado el sensor a una alimentación de 110V se empezó a desarrollar la parametrización en donde fuese la deseada por el cliente. El cliente deseaba obtener una visualización del caudal en m^3/h y un totalizador del caudal. El inicio de parametrización se centra en establecer la medición y detección de tubería vacía, en donde el sensor no contará esos datos manteniéndola en 0 el caudal. Como segunda parte se estableció las unidades personalizadas mediante la pantalla de control del sensor donde se configura en ajustes básicos, estableciendo la frecuencia de 60hz, estableciendo la dirección del flujo, culminando en la selección de unidad de volumen, unidad de tiempo. En el sensor se puede visualizar distintos tipos de lectura de volumen, al mismo tiempo que de tiempo. El sensor permite dar salidas de alarma a establecerse por bajo caudal, corte por tubería vacía. En la Ilustración 51 se muestra el proceso de

instalación del sensor compacto con la tubería. El sensor viene con una modalidad de control a distancia, es decir remotamente.



Ilustración 51- Instalación del caudalímetro electromagnético

Fuente: Elaboración Propia

4.10 SEMANA 10

4.10.1 PROYECTO 18- MEJORAS DE DISPENSADOR ELÁSTICO, JERZEES NUEVO DÍA

El dispensador de elástico empezó a presentar fallas, cuando se realizaba el corte simultaneo de una talla, pasado el tiempo empezaba a disminuir su largo o a aumentarlo, si la talla que se estaba trabajando esa semana era S, se sabe que el largo del elástico debe de ser de 24 pulgs, pero con el paso del tiempo empezaba a sacar la talla con un margen de error de ± 3 pulgs, y la empresa solo puede aceptar un margen de $\pm \frac{1}{8}$ de pulgada, por lo cual se realizó nuevamente una visita para analizar cuáles podrían ser los problemas que se estaban presentando, se concluyó que la programación no podía ser un problema porque se trabajaba bien con ella, así que se procedió a realizar un estudio a la parte mecánica de la dispensadora, mientras se analizaba que podría ser de la parte mecánica se le realizaron unos cambios a la HMI de cómo estaba al inicio del proyecto, como se muestra en la Ilustración 52 se procedió a colocar 2 flechas, una para que aumentara la cantidad de pulsos y otra para disminuirlos, así cambiar también todas las tallas a la vez, y no ir haciéndolo de una en una, aunque también se le dejó la opción de poder realizar los cambios de tallas de una en una.

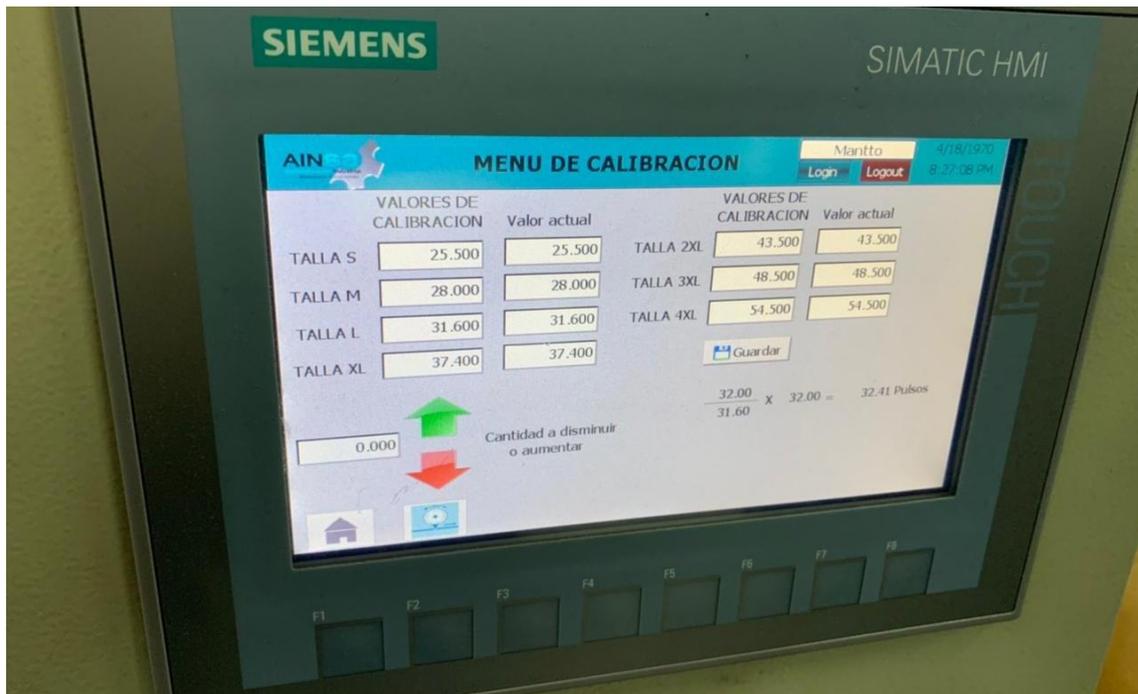


Ilustración 52-Cambios HMI, Jerzees Nuevo Día

Fuente: Elaboración Propia

Al realizar un análisis de la estructura, se pensó que podría ser el driver que no enviaba de forma correcta la cantidad de pulsos al motor paso a paso, pero primero se decidió rectificar los datos del motor para poder confirmar si la programación está bien, al momento de querer hacer lectura de la placa con los datos del motor, ya no eran visibles, así que se tomó la decisión de realizar un cambio y colocar un servomotor y así poder hacer los cambios necesarios en la programación y proceder a efectuar pruebas para ultimar el proyecto.

4.10.2 PROYECTO 19- CONTROL DE BOMBAS REMOTAMENTE, CARGILL

Esta semana se enfocó en proyecto de la empresa Cargill, donde se requería alternar el uso de las bombas y el agua de los pozos 9 & 10 ubicados a unos 400 y 800 metros respectivamente. La programación se realizó en un Simatic S71200 mediante el integrador TIA Portal. La bomba se activará desde la pantalla en planta, siendo un PLC maestro a través de una pantalla HMI que controlará el modo automático de las bombas de ambos pozos, las bombas estarán en un horario de 12 horas cada una intercaladas. En la Ilustración 53 se logra observar el panel de control del pozo 10.



Ilustración 53- Panel eléctrico pozo #10

Fuente: Elaboración Propia

La comunicación se llevará a cabo mediante red inalámbrica con antenas marca UBIQUITI mostrada en la Ilustración 54, las antenas se configuraron en su plataforma red para obtener una conexión de punto a punto entre el pozo 9 y pozo 10, la comunicación entre el pozo 9 y el maestro ya está realizada por parte de Cargill, la cual es de donde se adjuntará la red entre la antena del pozo 10 y pozo 9.



Ilustración 54-Antena UBIQUITI

Fuente: Elaboración Propia

El panel de cada pozo estará en automático siempre para poder activarlo desde planta, solo en caso que surja dirección del líder en hacer el cambio se realizará manualmente. La instrucción se enviará del maestro mediante una conexión S7, exclusiva por parte de TIA Portal, donde se configura una instrucción DB nombrada Put para escribir del maestro al esclavo la activación de un bit booleano donde indique la salida a activarse

en el PLC de la bomba del pozo 9, así mismo del pozo 10, y enviando una instrucción DB nombrada como GET confirmando la activación del bit, indicando que la bomba ya está encendida donde se pueda visualizar en la pantalla, en la Ilustración 55 se puede observar la tubería del pozo ubicado en predio continuo a la azucarera hondureña.



Ilustración 55-Tubería Pozo 10

Fuente: Elaboración Propia

4.11 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

	Actividad /Semana	Duración	Comienzo	Fin
	Semana 1	5 días	lun 19/4/21	vie 23/4/21
1	Sacos Agroindustriales	3 días	lun 19/4/21	mié 21/4/21
2	Gildan/Mayan	2 días	jue 22/4/21	vie 23/4/21
	Semana 2	6 días	lun 26/4/21	sáb 1/5/21
3	Panificadora "Buena Fe"	6 días	lun 26/4/21	sáb 1/5/21
	Semana 3	6 días	mar 4/5/21	lun 10/5/21
4	Jerzees "Nuevo Dia"	3 días	mar 4/5/21	jue 6/5/21
5	Realización de reguladores de voltaje	3 días	mar 4/5/21	jue 6/5/21
6	Charlas de Formación	2 días	vie 7/5/21	sáb 8/5/21
	Semana 4	6 días	mar 11/5/21	lun 17/5/21
7	Configuración de un Arrancador Suave 3RW44	2 días	mar 11/5/21	mié 12/5/21
8	Configuración de Variador G120C	2 días	jue 13/5/21	vie 14/5/21
9	Práctica de Conexiones SCADA	2 días	sáb 15/5/21	lun 17/5/21
	Semana 5	6 días	lun 17/5/21	sáb 22/5/21
10	Proyecto "Caicesa"	2 días	lun 17/5/21	mar 18/5/21
11	Proyecto en Gildan	2 días	mié 19/5/21	jue 20/5/21
12	Proyecto en INOPTSA	2 días	vie 21/5/21	sáb 22/5/21
	Semana 6	6 días	mar 25/5/21	lun 31/5/21
13	INVEMA	2 días	mar 25/5/21	mié 26/5/21
14	GILDAN/RN4	2 días	jue 27/5/21	vie 28/5/21
15	Agua Azul	2 días	sáb 29/5/21	lun 31/5/21
	Semana 7	6 días	mié 2/6/21	mar 8/6/21
16	PROALSA	3 días	mié 2/6/21	vie 4/6/21
17	CADECA	2 días	sáb 5/6/21	lun 7/6/21
18	AGROTOR	1 día	mar 8/6/21	mar 8/6/21
	Semana 8	6 días	mié 9/6/21	mar 15/6/21
19	FINOTEX	3 días	mié 9/6/21	vie 11/6/21
20	Represa Hidroeléctrica Río Blanco	1 día	sáb 12/6/21	sáb 12/6/21
21	EXTRUM	2 días	lun 14/6/21	mar 15/6/21
	Semana 9	6 días	jue 17/6/21	mié 23/6/21
22	GILDAN/RN4	4 días	jue 17/6/21	lun 21/6/21
23	INOPTSA	1 día	mar 22/6/21	mar 22/6/21
24	Reparacion Aarrancador Suave	1 día	mié 23/6/21	mié 23/6/21
	Semana 10	2.63 días	jue 24/6/21	vie 25/6/21
25	Jerzees "Nuevo Dia"	1 día	jue 24/6/21	jue 24/6/21
26	Cargil	1 día?	vie 25/6/21	vie 25/6/21

Ilustración 56- Cronograma de Actividades

Fuente: Elaboración propia

CAPITULO V. CONCLUSIONES

En este capítulo se expondrán las conclusiones que se obtuvieron en el periodo en el que se desarrolló la práctica profesional en AINSA.

1. Se logró obtener conocimientos más avanzados con respecto a la automatización industrial, conceptos solo vistos en teorías no en campo. Con la práctica profesional en AINSA se logró participar en puestas en marcha de proyectos que involucran desde lo básico de control y mando de circuitos eléctricos envueltos con programación lógica en un controlador (PLC), involucrada la parametrización de arrancadores suaves, variadores de frecuencia para alargar la vida útil de los motores, al mismo tiempo lograr un ahorro en el bolsillo de la industria, pero lo más importante, lograr que los procesos sean eficientes y más rápidos de acuerdo a cada aplicación.
2. Se realizaron distintos análisis para el cumplimiento de las puestas en marcha de proyectos y prácticas a realizar siendo de ayuda el quipo, herramientas y material didáctico ofrecido por AINSA para dar soporte y mantenimiento del material ofrecido a los clientes en la industria.
3. Se lograron visualizar y tener relación con distintas marcas de PLC como ser OMRON, se logró realizar una programación básica con elementos básicos dentro de una maqueta con distintos controles, como ser botones, leds y *switches*, para lograr el manejo de unas válvulas de entradas y salida, para que con la mismas se encendieran ciertos leds indicando la función de las dichas válvulas.

CAPÍTULO VI. RECOMENDACIONES

Con base en el desarrollo de la práctica profesional y las conclusiones extraídas, se recomienda:

1. Se le recomienda a la empresa ampliarse a nuevas tecnologías incrementando el mercado de robótica que ya existe en la empresa, tratar de ofertarlo a nivel nacional, enfocados en la mejora de procesos para la industria.
2. Realizar más capacitaciones sobre otros tipos de PLC, como lo ser OMRON y Mitsubishi, ya que la mayoría de ingenieros laborando solo cuentan con el manejo en especial de la marca Siemens.
3. Realizar una bitácora para organizar los proyectos según el tiempo de entrega y el Ingeniero que lo lleva a cabo, ya que en algunos casos se desorganizaban porque entre los mismos Ingenieros se distribuían nuevamente los proyectos sin haberlos culminado.

Las recomendaciones que se le pueden brindar a la Universidad son:

1. Que las clases de la carrera vayan enfocadas desde lo básico de los procesos de automatización, como ser los diagramas de circuitos de mando que influyen en la puesta de paneles eléctricos, al mismo tiempo equipar los laboratorios con arrancadores suaves, variadores de frecuencia, maquetas didácticas más completas con distintos sensores, en resumen, que se refleje la inversión en equipo de mecatrónica.
2. Se recomienda realizar más capacitaciones no solo a los alumnos sino también a los catedráticos en el área de la automatización, para poder realizar distintos proyectos con niveles más óptimos.

BIBLIOGRAFÍA

- AINSA. (2021). http://ainsahn.com/about_us.php
- Akolkar, S. M., & Kushare, B. E. (2010). Sensitivity analysis of AC coil contactor to voltage sags and enhancement of ride through capability. *Proceedings of the International Conference and Workshop on Emerging Trends in Technology*, 684-685. <https://doi.org/10.1145/1741906.1742063>
- B. West, J. (2015). Robert Boyle's Landmark Book of 1660 with the First Experiments on Rarified Air. En J. B. West (Ed.), *Essays on the History of Respiratory Physiology* (pp. 37-54). Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4939-2362-5_4
- Bailey, D., & Wright, E. (2003). *Practical SCADA for Industry*. Elsevier.
- Barkalov, A., Titarenko, L., & Mazurkiewicz, M. (2019). Programmable Logic Controllers. En A. Barkalov, L. Titarenko, & M. Mazurkiewicz, *Foundations of Embedded Systems* (Vol. 195, pp. 145-162). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-11961-4_6
- Barskii, V. A., Bykanov, R. A., & Kurdyumov, D. S. (2015). Soft starter devices for powerful turbomachines and other mechanisms with free starting. *Russian Electrical Engineering*, 86(10), 571-572. <https://doi.org/10.3103/S1068371215100053>
- Belqruch, A., & Maach, A. (2019). SCADA security using SSH honeypot. *Proceedings of the 2nd International Conference on Networking, Information Systems & Security*, 1-5. <https://doi.org/10.1145/3320326.3320328>
- Biswal, G. R. (2009). Developing PLC based application software for augmentation of Argon system & process control in steel industry. *Proceedings of the*

International Conference on Advances in Computing, Communication and Control, 140-146. <https://doi.org/10.1145/1523103.1523132>

Chadeev, V. M., & Aristova, N. I. (2017). Control of industrial automation. *2017 Tenth International Conference Management of Large-Scale System Development (MLSD)*, 1-5. <https://doi.org/10.1109/MLSD.2017.8109604>

Chan, R., & Chow, K.-P. (2017). THREAT ANALYSIS OF AN ELEVATOR CONTROL SYSTEM. En M. Rice & S. Sheno (Eds.), *Critical Infrastructure Protection XI* (pp. 175-192). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-70395-4_10

Chen, M., Liu, H., & Wu, Q. (2020). Design of electromagnetic heating system based on PLC and HMI. *Proceedings of the 2020 2nd International Conference on Big Data and Artificial Intelligence*, 556-560. <https://doi.org/10.1145/3436286.3436502>

Christopoulos, C., & Wright, A. (1999). Fuses. En C. Christopoulos & A. Wright, *Electrical Power System Protection* (pp. 1-38). Springer US. https://doi.org/10.1007/978-1-4757-5065-2_1

Company / *Siemens Global*. (2018). <https://new.siemens.com/global/en/company/about/history/company/2007-2018.html>

Company founding and initial expansion. (2021). [Newton_company-content]. Siemens.Com Global Website. <https://new.siemens.com/global/en/company/about/history/company/1847-1865.html>

- Considine, D. M., & Considine, G. D. (Eds.). (1986). *Standard Handbook of Industrial Automation*. Springer US. <https://doi.org/10.1007/978-1-4613-1963-4>
- Di Natale, M., Zeng, H., Giusto, P., & Ghosal, A. (2012). *Understanding and Using the Controller Area Network Communication Protocol*. Springer New York. <https://doi.org/10.1007/978-1-4614-0314-2>
- Dong, W., & Jie-Ying, L. (2020). Design of the control system of the subway ticket vending machine based on PLC. *Proceedings of the 2020 2nd International Conference on Big Data and Artificial Intelligence*, 400-405. <https://doi.org/10.1145/3436286.3436426>
- Espinoza, J., & Estupinan, P. (2010). *Guia de seleccion de sistema de proteccion en subestaciones por medio de reles basados en microprocesadores* [Facultad de Ingenieria, Universidad politecnica Salesiana]. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/2093/13/UPS-GT000155.pdf>
- Fiaidhi, J. (2018). Extreme Automation: A New Game-Changing Technology. *IT Professional*, 20(2), 88-90. <https://doi.org/10.1109/MITP.2018.021921656>
- Fraden, J. (Ed.). (2004). Pressure Sensors. En *Handbook of Modern Sensors: Physics, Designs, and Applications* (pp. 339-358). Springer. https://doi.org/10.1007/0-387-21604-9_10
- García, E. F., Quezada, J. C. Q., Medina, R. V. H. C., & Oca, D. G. M. de. (2021). Control basado en PLC y monitoreo mediante HMI de la temperatura en el proceso de maceración y cocción en la elaboración de cerveza artesanal. *Boletín Científico INVESTIGIUM de la Escuela Superior de Tizayuca*, 6(12), 44-49. <https://doi.org/10.29057/est.v6i12.6338>

- García, E. F., Quezada, J. C. Q., Mejía, I. B., & Medina, R. V. H. C. (2019). Implementación de PLC-HMI para control y monitoreo en la automatización de una máquina empaquetadora en la industria refresquera para empaquetado de Tetra Briks. *Boletín Científico INVESTIGIUM de la Escuela Superior de Tizayuca*, 5(9), 12-23. <https://doi.org/10.29057/est.v5i9.4016>
- Grasselli, U., Ruvio, A., Tempra, L., & Felicetti, C. (2020). Thermal behavior of automatic Thermal-Magnetic protection circuit-breakers: Experimental test. *2020 IEEE International Conference on Environment and Electrical Engineering and 2020 IEEE Industrial and Commercial Power Systems Europe (EEEIC / I CPS Europe)*, 1-6. <https://doi.org/10.1109/EEEIC/ICPSEurope49358.2020.9160807>
- Griese, B., & Pormann, M. (2006). A Reconfigurable Ethernet Switch for Self-Optimizing Communication Systems. En Y. Pan, F. J. Rammig, H. Schmeck, & M. Solar (Eds.), *Biologically Inspired Cooperative Computing* (pp. 115-124). Springer US. https://doi.org/10.1007/978-0-387-34733-2_12
- Gualotuña Barahona, C. G., & Villagómez Palacios, C. H. (2014). *Diseño e Implementación del sistema automatizado con interfaz HMI (Interfaz Hombre Maquina) para para la máquina termo-selladora de envases de pintura controlada por el PLC SIMATIC S7-1212C y supervisada por el panel táctil KTP400PN, de la Industria Envatanqs Yánez S.A.* <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/6862>
- Hercog, D. (2020). *Communication Protocols: Principles, Methods and Specifications*. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-50405-2>

- Hung, C.-Y., & Chi, C.-T. (2010). *Actuator Design of a New AC PM Contactor with Energy-Saving and Noise-Free Characteristics*. 457-460. <https://doi.org/10.1109/ICGEC.2010.120>
- Hung, J. C., Yen, N. Y., & Li, K.-C. (Eds.). (2016). *Frontier Computing: Theory, Technologies and Applications* (Vol. 375). Springer Singapore. <https://doi.org/10.1007/978-981-10-0539-8>
- Jaikrishna, V., Alex, L. T., Dash, S. S., & Gachhayat, S. K. (2015). Fault Tolerant Soft Starter Control for Induction Motors. En C. Kamalakannan, L. P. Suresh, S. S. Dash, & B. K. Panigrahi (Eds.), *Power Electronics and Renewable Energy Systems* (Vol. 326, pp. 953-962). Springer India. https://doi.org/10.1007/978-81-322-2119-7_93
- Jing-Jing, B., Zi-Xian, Z., Chun-Hong, B., & Shi-Guang, F. (2011). The Design and Application of Sewage Treatment Automation System Based on S7-300 PLC. En D. Zeng (Ed.), *Applied Informatics and Communication* (Vol. 225, pp. 479-486). Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-23220-6_61
- Kovalenko, Y. (2017). A Programmable Logic Controller (PLC); Programming Language Structural Analysis. En R. Szewczyk & M. Kaliczyńska (Eds.), *Recent Advances in Systems, Control and Information Technology* (Vol. 543, pp. 234-242). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-48923-0_29
- Krutz, R. L. (2005). *Securing SCADA Systems*. John Wiley & Sons.
- Kumar, A., Garg, P., Shankar, A., & Kar, N. (2019). Implementation of a Temperature Control Process Trainer Through PID Controller Designed with Siemens S7-1200 PLC and HMI. En R. Bera, S. K. Sarkar, O. P. Singh, & H. Saikia (Eds.), *Advances*

- in Communication, Devices and Networking* (Vol. 537, pp. 453-460). Springer Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-13-3450-4_49
- Li, S. Z., & Jain, A. (Eds.). (2009). Liquid Crystal Displays (LCD). En *Encyclopedia of Biometrics* (pp. 908-908). Springer US. https://doi.org/10.1007/978-0-387-73003-5_433
- Lin, H., Slagell, A., Di Martino, C., Kalbarczyk, Z., & Iyer, R. K. (2013). Adapting Bro into SCADA: Building a specification-based intrusion detection system for the DNP3 protocol. *Proceedings of the Eighth Annual Cyber Security and Information Intelligence Research Workshop*, 1-4. <https://doi.org/10.1145/2459976.2459982>
- Liu, J., Li, Y., & Zhao, H. (2010). A Temperature Measurement System Based on PT100. *2010 International Conference on Electrical and Control Engineering*, 296-298. <https://doi.org/10.1109/iCECE.2010.79>
- Lu, Y., Tong, J., Zhang, Q., & Sun, L. (2017). Research and design of a multifunctional soft starter. *2017 32nd Youth Academic Annual Conference of Chinese Association of Automation (YAC)*, 1069-1073. <https://doi.org/10.1109/YAC.2017.7967569>
- Mallick, T. C., Dhar, S., & Khan, J. (2015). Artificial neural network based soft-starter for induction motor. *2015 2nd International Conference on Electrical Information and Communication Technologies (EICT)*, 228-233. <https://doi.org/10.1109/EICT.2015.7391951>
- Matthews, P., & Greenspan, S. (2020). *Automation and Collaborative Robotics: A Guide to the Future of Work*. Apress. <https://doi.org/10.1007/978-1-4842-5964-1>

- Minotta, J., & Corrales, L. (1990). *Rele electronico de sobrecorriente* [Programa de ingeniería Eléctrica, Universidad Autónoma de Occidente]. <https://red.uao.edu.co/bitstream/handle/10614/2775/T0001053.pdf;jsessionid=48BD0F23273ABC2E98419C0EC848C2F4?sequence=1>
- Nallavan, G., Dhanasekaran, R., & Rajaji, L. (2010). Intelligent soft-starter-based grid-integrated induction generator for pitch-regulated wind turbine system. *Electrical Engineering*, 92(2), 57-68. <https://doi.org/10.1007/s00202-010-0162-6>
- Okuda, H., Shibata, R., & Kitamura, T. (2009). Performance of PLC transmission under unfavorable conditions. *2009 IEEE 13th International Symposium on Consumer Electronics*, 452-454. <https://doi.org/10.1109/ISCE.2009.5156875>
- Pack, J. (2018). Situational awareness for SCADA systems. *Proceedings of the Fifth Cybersecurity Symposium*, 1-2. <https://doi.org/10.1145/3212687.3212865>
- Penin, A. R. (2011). *Sistemas SCADA*. Marcombo.
- Perez, P. (2003). Reles y contactores. *Vivat Academia*, 50.
- Petkov, P., Phileva, R., Panev, S., & Jonchev, E. (2003). Microprocessor system for analysis, diagnostics and supervision of non stationary work regimes of batteries including in UPS. *Proceedings of the 4th international conference conference on Computer systems and technologies: e-Learning*, 60-65. <https://doi.org/10.1145/973620.973630>
- Pt100 Sensor*. (2021). <https://datasheetspdf.com/pdf/900325/Baumer/Pt100/1>
- Quezada, J. C. Q., Ernesto, F.-G., Víctor, Q.-A., & Jorge, B.-L. (2014). Diseño e implementación de un sistema de control y monitoreo basado en HMI-PLC para un pozo de agua potable. *Ingeniería, Investigación y Tecnología*, 15(1), 41-50. [https://doi.org/10.1016/S1405-7743\(15\)30005-6](https://doi.org/10.1016/S1405-7743(15)30005-6)

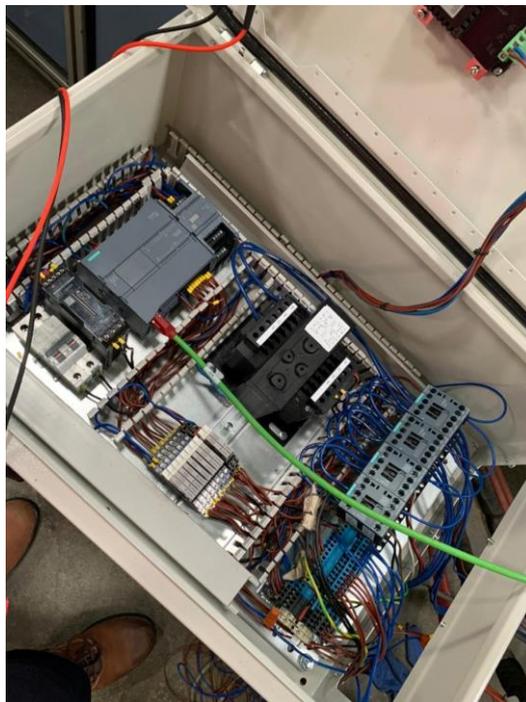
- Rindos, A., Woollet, S., Nicholson, L., & Vouk, M. (1996). A performance evaluation of emerging Ethernet technologies: Switched/high-speed/full-duplex Ethernet and Ethernet LAN emulation over ATM. *Proceedings of SOUTHEASTCON '96*, 401-404. <https://doi.org/10.1109/SECON.1996.510098>
- Road, A. A., & Technopark, A. (s. f.). OMRON ASIA PACIFIC PTE. LTD. *OK o*, 23.
- Rodriguez, M. (2013). *Diferencia entre relés y contactores, “primos hermanos”*. <https://revistadigital.inesem.es/gestion-integrada/diferencia-reles-contactores/>
- Rojas, A. M., & Barbieri, G. (2019). A Low-Cost and Scaled Automation System for Education in Industrial Automation. *2019 24th IEEE International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation (ETFA)*, 439-444. <https://doi.org/10.1109/ETFA.2019.8869535>
- Shi, Q., Zhang, Z., Chen, T., & Lee, C. (2019). Minimalist and multi-functional human machine interface (HMI) using a flexible wearable triboelectric patch. *Nano Energy*, 62, 355-366. <https://doi.org/10.1016/j.nanoen.2019.05.033>
- SITRANS FM MAG 5100W | Electromagnetic Flow Measurement | Siemens Global*. (s. f.). Siemens.Com Global Website. Recuperado 23 de junio de 2021, de <https://new.siemens.com/global/en/products/automation/process-instrumentation/flow-measurement/electromagnetic/sitrans-f-m-mag-5100-w-for-water-applications.html>
- Spurgeon, C. E., & Zimmerman, J. (2013). *Ethernet Switches*. O'Reilly Media, Inc.
- Tavallaey, S. S., & Ganz, C. (2019). Automation to Autonomy. *2019 24th IEEE International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation (ETFA)*, 31-34. <https://doi.org/10.1109/ETFA.2019.8869329>
- Th, S. (2021). *Transmisor de temperatura SITRANS TH100*. 48.

- Tusa, E., Salinas, K., & Sass, L. (2011). Desarrollo de módulos remotos para el PLC CUBLOC CB290. *ACI Avances en Ciencias e Ingenierías*, 3(1), Article 1. <https://doi.org/10.18272/aci.v3i1.57>
- Welle, D. (2016, diciembre 13). *Siemens: 200 años de historia*. DW.COM. <https://www.dw.com/es/siemens-200-a%C3%B1os-de-historia/a-36754698>
- Yau, K., & Chow, K.-P. (2017). Detecting Anomalous Programmable Logic Controller Events Using Machine Learning. En G. Peterson & S. Sheno (Eds.), *Advances in Digital Forensics XIII* (Vol. 511, pp. 81-94). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-67208-3_5
- Yau, K., Chow, K.-P., & Yiu, S.-M. (2018). A Forensic Logging System for Siemens Programmable Logic Controllers. En G. Peterson & S. Sheno (Eds.), *Advances in Digital Forensics XIV* (Vol. 532, pp. 331-349). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-99277-8_18
- Zhang, H., Wang, H.-F., Li, X., Chen, H., & Liu, T.-J. (2015). The design of automatic network switcher of gigabit Ethernet switches. *2015 IEEE Advanced Information Technology, Electronic and Automation Control Conference (IAEAC)*, 60-63. <https://doi.org/10.1109/IAEAC.2015.7428518>
- Zimmermann, C. K. (1986). Control System Architecture. En D. M. Considine & G. D. Considine (Eds.), *Standard Handbook of Industrial Automation* (pp. 136-151). Springer US. https://doi.org/10.1007/978-1-4613-1963-4_8

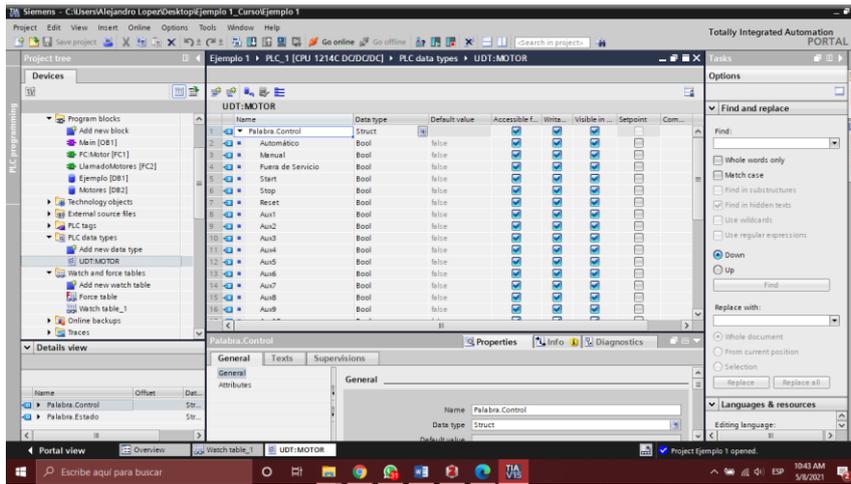
ANEXOS



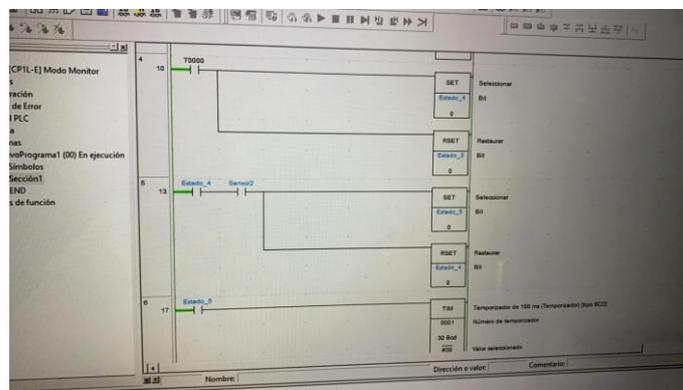
Anexo 1- Visita a Sacos Agroindustriales



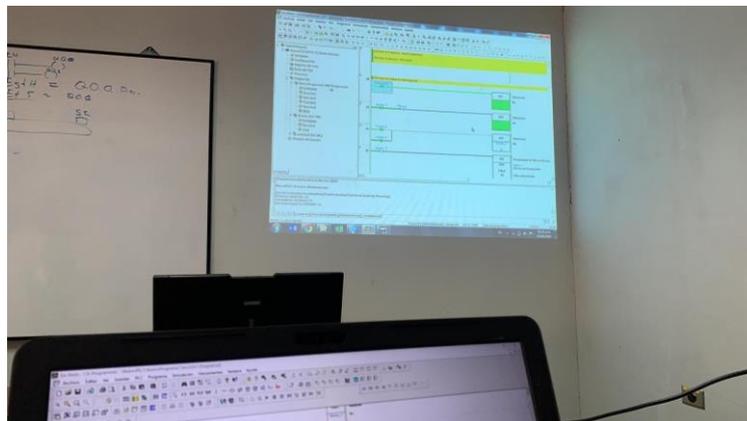
Anexo 2- Panel de Sacos Agroindustriales



Anexo 3-Capacitación Tia Portal



Anexo 4- Programación en OMRON



Anexo 5-Charla sobre OMRON



Anexo 6- Soldadura de las Placas Electrónicas



Anexo 7-Corte de placas electrónicas



Anexo 8-Visita CAICESA



Anexo 9-Instalación de sensor D6FZ-FGT200



Anexo 10- Industria AGROTOR



Anexo 11- Visita en AGROTOR



Anexo 12- Maquinas tejedoras, Gildan



Anexo 13- Instalación de paneles, Cargill



Anexo 14- Visita técnica, Represa Hidroeléctrica Rio Blanco