



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA

FACULTAD DE INGENIERÍA

PRÁCTICA PROFESIONAL

EMBOTELLADORA DE SULA

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO

INGENIERÍA EN MECATRÓNICA

PRESENTADO POR:

CARLOS ALEJANDRO ESTÉVEZ CASTRO 21641014

ASESOR: ING. ALBERTO CARRASCO

CAMPUS: SAN PEDRO SULA;

DICIEMBRE, 2020

RESUMEN EJECUTIVO

El presente documento hace referencia a las actividades que se desarrollaron en la empresa Embotelladora de Sula para la realización práctica profesional. Esta empresa es de vital importancia en la economía, siendo una de las pocas que, gracias a sus estándares de sanidad y de cultura, nunca tuvo que para sus operaciones durante la pandemia. La práctica se realizó en el área de mantenimiento industrial, siendo el área donde se pueden apreciar de manera directa los procesos de automatización que brinda esta empresa.

La práctica profesional se realizó de manera cronológica, por el cual se desglosaron las diferentes etapas desde la charla introductoria a la planta, los recorridos de las diferentes áreas donde se podría realizar la misma, los proyectos realizados hasta la culminación de dichos proyectos. Debido a la situación atípica que se suscitó en el país, los paros necesarios para la realización de dichos proyectos se aplazaron en muchas ocasiones. Embotelladora de Sula siempre muestra un gran apoyo a la seguridad de su personal.

La constante innovación es de vital importancia en toda empresa y este fue el principal enfoque de la práctica profesional. Los proyectos de automatización que se implementaron se pudieron dar en parte a la situación que se dio en el país ya que, en otros tiempos, los fabricantes de la maquinaria implementaban dichos proyectos.

Se integro un nuevo panel de fuerza para el polipasto en el área de cocimiento para obtener un mejor acondicionamiento de este, mejorar los tiempos de acción, así como optimizar y eliminar el panel anteriormente utilizado.

Se logro incorporar y reestructurar la programación de un nuevo sistema de empaquetado en la maquina denominada Robopack con elementos de Allen Bradley para un sistema controlado por un PLC Siemens.

Palabras clave: Automatización, Bioseguridad, Polipasto, Robopack, Allen Bradley, Siemens, PLC, Micro/WIN, Envolvedor.

ÍNDICE DE CONTENIDO

| | | |
|-------|---|----|
| I | Introducción | 1 |
| II | Generalidades De La Empresa..... | 2 |
| 2.1 | Descripción De La Empresa | 2 |
| 2.1.1 | Misión | 2 |
| 2.1.2 | Visión..... | 2 |
| 2.1.3 | Políticas | 3 |
| 2.1.4 | Nuestra Gente..... | 3 |
| 2.1.5 | Actitud Corporativa..... | 3 |
| 2.2 | Descripción Del Departamento | 4 |
| 2.3 | Descripción Del Puesto..... | 4 |
| 2.3.1 | Objetivo General..... | 4 |
| 2.3.2 | Objetivos Específicos..... | 4 |
| III | Marco teórico | 5 |
| 3.1 | Automatización en Procesos Industriales..... | 5 |
| 3.1.1 | Niveles Del Proceso de Automatización Industrial..... | 5 |
| 3.1.2 | Dispositivos Utilizados En Automatización..... | 7 |
| 3.1.3 | Tipos de Automatización Industrial..... | 9 |
| 3.2 | Comunicación Entre Dispositivos | 10 |
| 3.2.1 | Criterios Para Tomar en Cuenta..... | 11 |
| 3.3 | Procesos en Una Embotelladora..... | 18 |
| 3.3.1 | Obtención del Agua Tratada..... | 18 |
| 3.3.2 | Elaboración De Jarabes Terminados | 18 |
| 3.3.3 | Pruebas Del Producto | 19 |
| 3.3.4 | Embotellamiento..... | 20 |

| | | |
|---------|---|----|
| 3.3.5 | Paletizadora | 21 |
| 3.3.6 | Embalaje..... | 22 |
| IV | Desarrollo | 23 |
| 4.1 | Charla Introductoria de Seguridad..... | 23 |
| 4.2 | Inducción En Diferentes Áreas de Planta..... | 23 |
| 4.2.1 | Miteko..... | 24 |
| 4.2.1.1 | Saneamiento..... | 24 |
| 4.2.2 | Mantenimiento Industrial..... | 25 |
| 4.2.3 | Soplado | 25 |
| 4.3 | Proyecto Integración Panel Nuevo En Polipasto | 26 |
| 4.3.1 | Análisis Inicial del Sistema..... | 26 |
| 4.3.2 | Cambios Realizados..... | 30 |
| 4.3.3 | Problemas Resueltos | 32 |
| 4.4 | Proyecto Robopac..... | 35 |
| 4.4.1 | Cambios mecánicos Realizados | 35 |
| 4.4.2 | Cambios Electrónicos y De Programación | 39 |
| 4.5 | Mantenimientos Supervisados | 42 |
| 4.5.1 | Cambio de Pieza en Etiquetadora Línea 96..... | 42 |
| 4.5.2 | Cambio Piezas Bomba de Agua Carbonatado | 44 |
| 4.5.3 | Revisión de Niveles de Botellas..... | 44 |
| 4.5.4 | Levantamiento de Información de Equipos de Planta | 45 |
| 4.5.5 | Reestructuración de Envolvedor Línea 80..... | 46 |
| 4.6 | Cronograma de Actividades | 50 |
| V | Conclusiones | 51 |
| 5.1.1 | Conclusión General..... | 51 |

| | | |
|-------|-------------------------------|----|
| 5.1.2 | Conclusiones Especificas..... | 51 |
| VI | Recomendaciones | 52 |
| VII | Bibliografía | 53 |

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

| | |
|--|----|
| Ilustración 1: Logo de Embotelladora de Sula | 2 |
| Ilustración 2: Prueba de Motor SuperDraco de SpaceX..... | 5 |
| Ilustración 3: Conexión de PLC S7 200 en Panel | 6 |
| Ilustración 4: Sistema Hidráulico Típico..... | 7 |
| Ilustración 5: Brazo Robótico de 6 Grados de Libertad..... | 9 |
| Ilustración 6: Arquitectura o Topología de Conexión | 12 |
| Ilustración 7: Comunicación Entre Maestro y Esclavo | 13 |
| Ilustración 8: Entre Cliente y Servidores | 13 |
| Ilustración 9: Conexión Maestro Esclavo con Profibus | 16 |
| Ilustración 10: Tipos de Comunicación en la Industria | 17 |
| Ilustración 11: Tanques de Jarabe..... | 19 |
| Ilustración 12: Maquina Embotelladora Krones..... | 21 |
| Ilustración 13: Brazo Robótico Paletizadora de Latas | 21 |
| Ilustración 14: Sistema de Grúa con Polipasto ABUS..... | 26 |
| Ilustración 15: Funcionamiento de Sistema de Grúa ABUS..... | 27 |
| Ilustración 16: Panel Eléctrico del Polipasto ABUS..... | 28 |
| Ilustración 17: Control Mediante Radio Frecuencia del Polipasto..... | 28 |
| Ilustración 18: Panel de Movimiento Norte/Sur de Polipasto a Cambiar..... | 29 |
| Ilustración 19: Control que Recibe Señales de Radio Frecuencia | 29 |
| Ilustración 20: Nuevo Panel Marca ABUS Para Movimiento Norte/Sur del Polipasto | 30 |
| Ilustración 21: Kreuzhebelschalter ABUS o Interruptor de Palanca Cruzada..... | 31 |
| Ilustración 22: Modificación Hecha al Panel de Entradas Final de Carrera | 32 |
| Ilustración 23: (Izquierda) Movimiento Anterior (Derecha) Movimiento Posterior..... | 32 |
| Ilustración 24: Daño de Tuberías Causada por Rodamientos | 33 |

| | |
|--|----|
| Ilustración 25: Diferencias Entre Ambos Tipos de Motores Utilizados | 34 |
| Ilustración 26: Nuevo Panel Montado con Conexiones..... | 34 |
| Ilustración 27: Brazo de Corte Reemplazado..... | 35 |
| Ilustración 28: Tarima Embalada de Manera Errónea..... | 36 |
| Ilustración 29: Nuevos Sistema de Embalaje | 37 |
| Ilustración 30: Nuevo Sistema de Corte Con Calor | 38 |
| Ilustración 31: Posicionamientos de Brazo de Corte | 39 |
| Ilustración 32: Panel y Cableado del Robopac línea 96..... | 40 |
| Ilustración 33: Programación de Robopac en Software Step 7 | 40 |
| Ilustración 34: HMI Utilizada Para Controlar Parámetros del Robopac..... | 42 |
| Ilustración 35: Piezas que Cedieron y Cono de Etiquetadora | 43 |
| Ilustración 36: Nueva Pieza y Sujeción de Esta..... | 43 |
| Ilustración 37: Cambio de Balineras y Sellos en Bomba..... | 44 |
| Ilustración 38: Panel Krones de Llenadoras..... | 44 |
| Ilustración 39: Cuadro de Datos Para Paneles de Área: La20..... | 45 |
| Ilustración 40: Envolvedor de Tarima Para Línea 80 | 46 |
| Ilustración 41: Panel Eléctrico del Envolvedor de la Línea 80..... | 47 |
| Ilustración 42: Comparación de Programas Con y Sin Comentarios..... | 48 |
| Ilustración 43: Sección Interna de Tarima Rotatoria del Envolvedor Línea 80..... | 48 |
| Ilustración 44: Panel de Control Organizado..... | 49 |
| Ilustración 45: Simulación de Proceso en Micro/WIN con Comentarios | 50 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1: Tipos de Cables con Diferentes Características | 12 |
| Tabla 2: Tipologías de Protocolos..... | 14 |
| Tabla 3: Bit Rate Dependiendo de la Distancia..... | 15 |
| Tabla 4: Estaciones de Final de Carrera | 31 |
| Tabla 5: Cronograma de Actividades..... | 50 |

GLOSARIO

Bioseguridad: Es el conjunto de protocolos y prácticas que se realizan para evitar el riesgo para la salud y el medio ambiente que proviene de la exposición a agentes biológicos que causan enfermedades.

Brix: 1 grado Brix (°Bx) = $\frac{1g \text{ de sacarosa}}{100g \text{ de solución}}$, se utiliza para medir el contenido en refrescos, jugos de frutas, concentrados de tomate e incluso aceite de corte, que a menudo están muy lejos de las soluciones de sacarosa o el agua pura.

Nitrógeno líquido: se utiliza para la expansión rápida en el espacio libre de un envase antes del taponado o sellado.

Amoniaco: es el refrigerante más utilizado desde entonces debido a sus propiedades termodinámicas. La conciencia medioambiental y la nueva normativa europea sobre gases fluorados nos obligan cada vez más a utilizar refrigerantes naturales como el amoníaco en la refrigeración industrial.

Intercambiador de Calor: es un dispositivo diseñado para transferir calor entre 2 fluidos o entre un fluido y un sólido que está en contacto con dos fluidos.¹ Son elementos fundamentales en calefacción, refrigeración, aire acondicionado, producción de energía, sistemas de procesamiento químico, además de la vida cotidiana electrodomésticos como calentadores, refrigeradores, calderas, computadoras, el radiador de un motor de automóvil, etc.

CO₂: el gas que llevan las bebidas refrescantes es dióxido de carbono (CO₂), que se incorpora disuelto en agua cuando se diluye el producto base concentrado.

Carbón Activado: es un carbono poroso que atrapa compuestos, principalmente orgánicos, presentes en un gas o en un líquido. Lo hace con tal eficacia que es el purificador más utilizado por el ser humano.

Celite: son materiales que se subdividen en partículas, cooperan con el control del flujo y la remoción de sólidos para formar una capa porosa en el medio filtrante, su función principal es soportar una mezcla espesa de sólidos a separar.

Divosan MH: es un líquido desinfectante iodado base ácido, utilizado en uso de procesos de CIP.

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

Jarabe: nombre dado a la sustancia obtenida luego del proceso por el cual pasa la azúcar al llevarse altas temperaturas y tras ser extensamente filtrada con carbón activado y celite para la remoción de todo tipo de elementos foráneos.

Pasteurización: la pasteurización es un proceso alimentario en el que la temperatura de un producto líquido se eleva justo por debajo de la temperatura requerida para que hierva y luego se enfría rápidamente.

Filtración: es un método de separación física que se utiliza para separar los sólidos de los fluidos (líquido o gas) mediante la inserción de un medio permeable que retiene las partículas sólidas que solo permiten el paso del líquido.

C.I.P.: en las industrias de alimentos, bebidas y farmacéutica, la higiene es el requisito más básico, y el sistema de limpieza en el sitio (C.I.P.) se utiliza para limpiar las partes clave de la instalación, en lugar de la limpieza manual o semiautomática.

Cocimiento: área donde se suscita el procedimiento de filtración y cocimiento de la azúcar para convertirla en jarabe, la cual es luego dirigida hacia Miteko.

Soplado: línea donde las botellas de PET pasan el procedimiento de soplado para ser calentadas y expandidas eficientemente para luego ser llenadas de refresco.

Sorteador: maquina en la cual se depositan los envases elaborados, se sortean, se posicionan correctamente y se ingresan a la línea de llenado.

Llenadora: es la única máquina que está en contacto directo con el producto acabado y, por tanto, debe garantizar una fiabilidad máxima en términos de higiene y calidad del producto final.

Etiquetadora: maquina industrial utilizada para el pegado eficiente y de manera eficaz de las etiquetas en las botellas mediante el uso de rodillos y pegamento.

Omnivision: maquina utilizada, mediante el uso de una variedad de cámaras, para el reconocimiento del estado de las botellas de vidrio la cual decide si la botella está en óptimas condiciones para ser introducida a la llenadora.

Filtec: máquina que inspecciona el llenado de botellas, la cual decide si el contenedor tiene la cantidad de correcta de sustancia en su interior.

Malta: es una bebida de malta carbonatada, que se elabora a partir de cebada, lúpulo, cerveza y otras aguas; también puede tener colores de maíz y caramelo.

Variador de frecuencia: un convertidor de frecuencia o convertidor de frecuencia es un sistema ubicado entre la fuente de alimentación y el motor. Se utilizan para ajustar la velocidad de los motores de corriente alterna (CA).

Tubería BX: tubería metálica flexible destinada a la protección de cables eléctricos, fibra óptica, de posibles agresiones mecánicas, vibraciones, torsión, golpes o aplastamientos.

ASi: el bus AS-i es una red estándar del mercado robusta y flexible que puede cumplir con todos los requisitos de un bus de comunicación industrial. Está diseñado para controlar el nivel "más bajo" del proceso. La red AS-i representa el "oído" del control de procesos, pero utiliza tecnología de comunicación industrial.

Profibus: la comunicación transparente se lleva a cabo entre el bus de automatización PROFIBUS PA y el bus de automatización industrial PROFIBUS DP a través del acoplador de segmento.

DeviceNet: es un protocolo de comunicación utilizado en la industria de la automatización para interconectar equipos de control para el intercambio de datos.

Polipasto: las máquinas que se utilizan para levantar o mover cargas tienen una gran ventaja mecánica porque la fuerza que debe aplicarse al peso en movimiento es mucho menor. Tiene dos o más poleas integradas para minimizar la carga de trabajo.

PET: El tereftalato de polietileno (más conocido por sus siglas en inglés PET), es un tipo de plástico muy usado en envases de bebidas y textiles.

Caña: Nombre dado a las tuberías metálicas las cuales son insertadas en los envases por los cuales fluye la receta específica para llenar el recipiente.

Rinse: proceso de inocuidad por el cual pasan las botellas PET luego de ser sopladas para llegar al área de llenado con un óptimo nivel de limpieza.

BPH: Botellas por hora elaboradas.

Robopack: mecanismo automático de envolvimiento con recubrimiento plástico de seguridad de tarimas de refrescos.

I INTRODUCCIÓN

La práctica profesional es la etapa culminante en la que un estudiante pone en práctica todos los conocimientos adquiridos a lo largo de su carrera. Es de vital importancia escoger un lugar adecuado para poder seguir una adecuada formación como profesional en el área de su elección. La Embotelladora de Sula tiene una gran cantidad de áreas en las cuales una persona se puede desenvolver. Mas aún, esta empresa toma en cuenta la madurez del estudiante y en vez de proporcionar un proyecto, se le permite escoger uno en el cual este se sienta cómodo y logre aprovechar al máximo su tiempo.

El tiempo es el mayor enemigo en el área de producción y combatir con este es una tarea del día a día. Con la llegada de la automatización, los tiempos de producción se hacen cada vez más cortos al proporcionar soluciones más rápidas para sus procesos. En Embotelladora de Sula se puede encontrar maquinaria de alta gama de compañías tales como Fanuc, Krones o Lanfranchi, muy reconocidas marcas en todo el mundo. La innovación y una constante mejora de sus procesos es de vital importancia en Embotelladora de Sula, por lo cual siempre está tratando de obtener nuevas tecnologías para un progreso constante.

La práctica profesional será realizada en Embotelladora de Sula o EMSULA donde se realizarán todas las actividades que desempeña un ingeniero de mantenimiento. EMSULA hace la elaboración de una variedad de productos para el consumo nacional al igual que para la exportación internacional. Las actividades realizadas por un ingeniero de mantenimiento es mantener las líneas de producción activas realizando las acciones requeridas para que las maquinas funcionen correctamente.

En el siguiente capítulo se presentarán las generalidades de la empresa que incluyen la descripción de la empresa, su misión, visión, así como los objetivos del cargo impuesto. Mas adelante se presentará el marco teórico donde se expondrá la teoría necesaria para lograr captar toda la información necesaria para lograr comprender el entorno de la empresa. En el capítulo IV se desglosará el desarrollo en la empresa donde se darán a conocer las diferentes actividades que se realizarán durante el proceso de la practica profesional. Luego se darán a conocer las conclusiones alcanzadas y las recomendaciones pertinentes para lograr ayudar a mejorar el proceso para futuras generaciones.

II GENERALIDADES DE LA EMPRESA

2.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA



Ilustración 1: Logo de Embotelladora de Sula

Fuente: Emsula (2020)

Embotelladora de Sula fue constituida el 6 de diciembre de 1956, y fueron sus fundadores un grupo de inversionistas visionarios, encabezados por Don Jorge Larach, siendo Don Andrés Godoy el primer Gerente General de la Empresa. El 26 de enero salieron al mercado los productos Pepsi, unos meses después se lanzaron al mercado los refrescos JARRITOS en sus sabores de Limón, Tutifruti, Mandarina y Tamarindo. Se discontinuó su comercialización por falta de capacidad productiva. Un año después se forma una nueva sociedad con el nombre de "CERVECERIA CARTA BLANCA DE SULA, S.A.", más tarde debido a circunstancias adversas difíciles de sobrellevar esta empresa cierra operaciones en 1965.

En Embotelladora De Sula se hace la elaboración de una variedad de productos para el consumo nacional al igual que para la exportación internacional, los cuales incluyen:

- Pepsi, Gatorade, Lipton, 7UP, Teem, Link, Adrenaline, AMP, Quanty, Enjoy, Montana, Mirinda, Mountain Dew, H2OH
- Aguazul y Agua Zen
- Variedad de cervezas elaboradas en la línea de Cervecería La20

2.1.1 MISIÓN

Consolidarnos como el mejor embotellador y distribuidor de bebidas operando en Latinoamérica. Atendiendo cada día las diferentes y cambiantes necesidades de los consumidores, con los más altos estándares de calidad y atención al cliente.

2.1.2 VISIÓN

El mejoramiento continuo, la innovación permanente y una administración funcional son parte integral de nuestro desempeño diario. Nos esforzamos continuamente por el desarrollo y buena relación con y entre todos los "miembros del equipo" y cada día consolidamos más las

relaciones con nuestros proveedores, contratistas, consultores, franquiciadores, socios estratégicos y la comunidad.

2.1.3 POLÍTICAS

Desarrollar nuestras operaciones bajo los principios de desarrollo sostenible de sustentable. Garantizar la calidad del servicio y atención al cliente. Asegurar la calidad e inocuidad de los productos. Fomentar la innovación, diversificación y mejora continua de todas nuestras operaciones y en el Sistema de Gestión Integral.

2.1.4 NUESTRA GENTE

En Embotelladora de Sula sabemos que, gracias a nuestro recurso humano altamente calificado y comprometido con nuestros clientes, hemos logrado que nuestros productos se sitúen en el gusto y preferencia de los hondureños. Cada día, nuestra gente entrega su mejor esfuerzo para llevar a los hogares productos con los más altos estándares de calidad.

2.1.5 ACTITUD CORPORATIVA

1. Somos optimistas.
2. Somos realistas.
3. Somos humildes.
4. Somos creativos.
5. Nos adaptamos con facilidad.
6. Tenemos una gran cultura de comunicación.
7. Trabajamos en equipo.
8. Somos apasionados por los cambios para mejorar. No nos vence el imperio de la costumbre, nos ajustamos con facilidad y rapidez.
9. No os olvidamos del "pase no ceda".
10. Somos "socialmente responsables".
11. Somos apasionados por el servicio al cliente interno y al cliente externo.
12. En Dios confiamos.

2.2 DESCRIPCIÓN DEL DEPARTAMENTO

La planta actualmente, en el área de producción, consta de 8 líneas de llenado. Dentro de las cuales se encuentran diversos tipos de llenado, tanto como en envases de vidrio, PET, lata, al igual que en bolsa para el área de agua y jugos Montana. La organización del mantenimiento consta de un gerente general el cual es la máxima autoridad y se encarga de tomar la última decisión en cuanto a los proyectos concierne, luego están los jefes de mantenimiento dependiendo del área en el cual se encuentran, seguido están los coordinadores los cuales proceden a organizar y asignar los diferentes trabajos a los supervisores, los supervisores de línea encargados de los técnicos y finalmente los técnicos electricistas y mecánicos.

Los supervisores se dividen los turnos en 3 al día de 8 horas para lograr coordinar el trabajo de los técnicos, mientras que los técnicos toman 2 turnos de 12 horas al día. Se mantiene un control de mantenimiento para coordinar los paros que se deben realizar para ejecutar dichas tareas, pero es más común la realización de mantenimientos correctivos dado la demanda de producto y el uso de maquinaria las 24 horas del día. Debido a la presente situación mundial con la pandemia, ha habido más oportunidades para la realización de mantenimiento de las maquinas.

2.3 DESCRIPCIÓN DEL PUESTO

2.3.1 OBJETIVO GENERAL

Supervisar el área de mantenimiento en la rama de energía de la planta, la cual incluye los técnicos eléctricos al igual que la realización de proyectos de mejora.

2.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Supervisar que los dispositivos y procesos electrónicos estén en las condiciones adecuadas para el correcto funcionamiento de las líneas de producción para evitar paros a largo plazo.
- Adicionar, cablear y reacondicionar el panel para el polipasto en el área de cocimiento.
- Cambiar los mecanismos y programar el Robopack en la Línea 96 para su correcto funcionamiento.

III MARCO TEÓRICO

3.1 AUTOMATIZACIÓN EN PROCESOS INDUSTRIALES

Según Linarez González & ProQuest (2015) hoy en día los sistemas de automatización se encuentran en todos los procesos industriales. Se pueden encontrar en diversos grados de automatización dependiendo del proceso, así se pueden encontrar procesos muy poco automatizados y otros con un alto grado de automatización en los que la labor de los operarios se limita prácticamente a la comprobación de parámetros, y a labores de mantenimiento de los equipos e instalaciones.



Ilustración 2: Prueba de Motor SuperDraco de SpaceX

Fuente: Bassi (2017)

El significado de automatización se refiere al trabajo realizado por el operador y se automatiza en la Industria 4.0 y se reemplaza por máquinas automáticas, software de computadora o robots. El proceso de automatización tiene como propósito mejorar los tiempos de producción, la productividad, la calidad del proceso y la capacidad de la empresa. Trabajar en este último aspecto es de gran importancia para la empresa, la globalización propicia la importación y exportación de productos, haciendo del proceso de automatización un elemento clave y diferenciador para mantener la competitividad.

3.1.1 NIVELES DEL PROCESO DE AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL

Nivel supervisor

Según las necesidades de la empresa, el nivel de supervisor incluye computadora o computadora industrial, PC de escritorio, panel de control o formato rack. La computadora

central utiliza un sistema operativo estándar con software especial, generalmente proporcionado por un proveedor para controlar los procesos industriales. El principal objetivo del software es la visualización y parametrización del proceso. El protocolo Industrial Ethernet se utiliza para la comunicación y puede ser una LAN gigabit o cualquier topología inalámbrica (WLAN).

Nivel de control

En este nivel es donde se ejecutan todos los programas relacionados con la automatización. Para ello, se suele utilizar un controlador lógico programable o PLC que proporcione funciones de cálculo en tiempo real. El PLC generalmente se implementa con microcontroladores de 16 o 32 bits y se ejecuta en su propio sistema operativo para cumplir con los requisitos en tiempo real. El PLC también se puede interconectar con varios dispositivos de E/S y se puede comunicar a través de varios protocolos de comunicación industrial como dicho por Balcells & Romeral (2003)

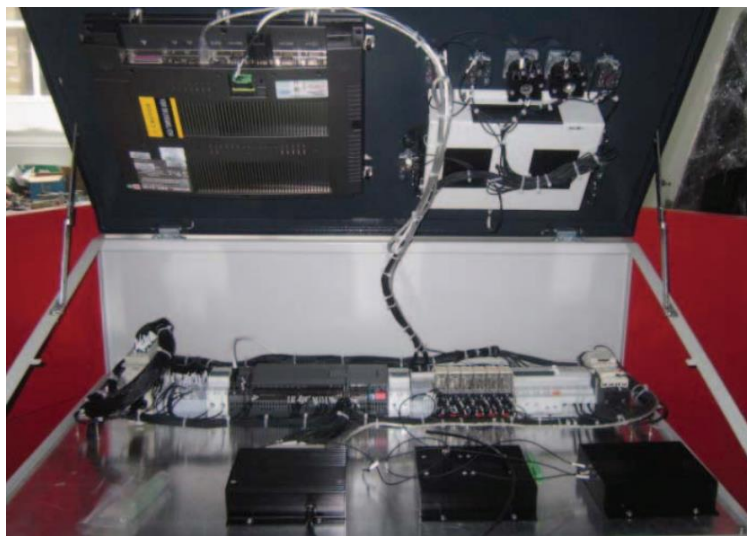


Ilustración 3: Conexión de PLC S7 200 en Panel

Fuente: Jianyong Zuo & Zhongkai Chen (2011)

Nivel de campo

Los equipos terminales de datos, como sensores y actuadores, constituyen el nivel de campo. Sensores y actuadores como temperatura, óptica, presión, etc., como motores, válvulas, interruptores, etc. Están conectados al PLC a través de un bus de campo, y la comunicación entre los dispositivos de nivel de campo y su PLC correspondiente generalmente se basa en conexiones punto a punto.

3.1.2 DISPOSITIVOS UTILIZADOS EN AUTOMATIZACIÓN

Sensores y actuadores

Los sensores convierten las variables físicas del proceso en variables eléctricas o neumáticas. Las señales de estos sensores se utilizan para el procesamiento, análisis y toma de decisiones para producir una salida de control. Oliveira & de Junior (2004) dice que, comparando la variable de proceso detectada actualmente con el valor establecido, se pueden implementar varias técnicas de control para generar la salida deseada. Finalmente, el controlador aplica la señal producida al actuador como una entrada de señal eléctrica o neumática. El actuador convierte señales eléctricas o neumáticas en variables físicas del proceso. Ejemplos de actuadores son válvulas de control, relés, motores, etc.

(Papoutsidakis *et al.*, 2019) dice que todo tipo de actuadores requieren una fuente de energía, que puede ser eléctrica, hidráulica o neumática y un gatillo que podría ser cualquier señal de control. En más detalles, la fuente de alimentación externa se proporciona principalmente para el actuador de dispositivos eléctricos o de bombas de potencia de fluido, como bombas de aceite y compresores de aire. Una señal de control puede ser cualquier salida de un microcontrolador o cualquier tipo de señal piloto neumático / hidráulico.

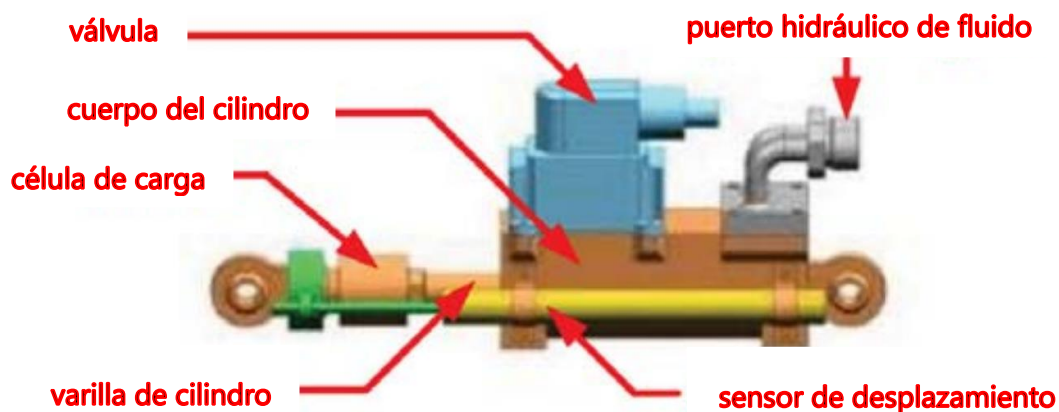


Ilustración 4: Sistema Hidráulico Típico

Fuente: (Papoutsidakis *et al.*, 2019)

Control de Supervisión y Adquisición de Datos (SCADA)

Control de supervisión y adquisición de datos (SCADA) es una aplicación que puede obtener datos operativos del sistema para controlar y optimizar el sistema. Las aplicaciones pueden incluir procesos de destilación petroquímica, sistemas de filtración de agua, compresores de

tuberías, etc. Todas las empresas dependen y necesitan estar en constante innovación de sus procesos. Mantenerse por delante de la competencia significa que puede encontrar métodos más rápidos y que ahorran menos trabajo como nos afirma (Tandel *et al.*, 2017).

Controlador lógico programable (PLC)

El controlador programable (PLC) es uno de los equipos más importantes en el campo de la automatización. Como sugiere el nombre, es un controlador lógico programable. Podemos controlar el equipo y cambiar fácilmente de un proceso a otro a través de él. Palacios (2009) nos dice que está diseñado principalmente para una variedad de configuraciones de entrada y salida, puede soportar temperaturas extremas y tiene la capacidad de resistir vibraciones y golpes.

Interfaz hombre-máquina (HMI)

La Interfaz Hombre-Máquina (HMI) incluye el equipo electrónico necesario para enviar señales y controlar el estado de los equipos de automatización industrial. Sin embargo, estos productos de interfaz van desde indicadores de estado LED básicos hasta paneles TFT de 2 pulgadas con interfaces de pantalla táctil.

Red Neuronal Artificial

Según Atanassov & Sotirov (2020), las redes neuronales artificiales representan una matemática modelo inspirado en las redes neuronales biológicas. Sus las funciones se toman prestadas de las funciones del cerebro humano. Aún no existe una opinión uniforme sobre la definición de neurona redes, pero cada vez más especialistas comparten la opinión de que Las redes neuronales son una serie de elementos conectados simples, cada uno con una memoria local bastante limitada.

Es un modelo matemático que se encarga de procesar y procesar la información de la red de comunicaciones. La estructura del ARN se puede modificar de acuerdo con los datos externos e internos ingresados durante la fase de configuración del sistema.

Sistema de control distribuido (DCS)

El término de sistemas de control distribuido (DCS) resume la amplia gama de sistemas automatizados distribuidos diseñados para controlar, gestionar y supervisar un objeto técnico y procesos tecnológicos. (Dadenkov *et al.*, 2017) nos muestra que construyendo lo efectivo

(incluyendo consideraciones económicas) La infraestructura DCS juega un papel importante en las industrias y otras partes de la economía nacional. Una de las características más importantes de DCS es cumplir con los estrictos requisitos en tiempo real, caracterizados por las características probabilísticas y temporales del intercambio de datos de proceso, que se lleva a cabo entre sensores, controladores y actuadores.

El Sistema de Control Distribuido (DCS) es uno de los sistemas de automatización industrial más utilizados. Contiene uno o más elementos de controlador distribuidos por todo el sistema. Las aplicaciones de DCS incluyen redes y plantas eléctricas, señales de tráfico, sistemas de gestión de agua, sistemas de control ambiental, refinerías de petróleo y plantas químicas, productos farmacéuticos, transportadores de petróleo y redes eléctricas. sensor.

Robótica

Con el desarrollo de la tecnología, la robótica ha comenzado a utilizarse en varios campos. Desde robots quirúrgicos hasta robots de entretenimiento, pueden ayudar a las personas a realizar tareas complejas. Se pueden utilizar para realizar diversas tareas de aplicación como dibujar, pintar, soldar, reparar, etc. El papel de los sistemas de robots industriales en el proceso de producción abarca desde el montaje, el procesamiento interno hasta las pruebas.

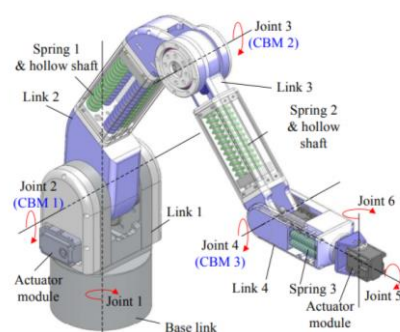


Ilustración 5: Brazo Robótico de 6 Grados de Libertad

Fuente: (H.-S. Kim *et al.*, 2014)

3.1.3 TIPOS DE AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL

Sistema de Automatización Fija

En el proceso de hacer todas las mismas partes, se recomienda utilizar automatización fija. Es una especie de automatización, no permite la personalización, pero se encarga de la producción en masa. El costo de implementar la tecnología de automatización fija es bajo,

pero es limitado y es difícil incorporarlo a la línea de producción o al proceso para producir otros tipos o productos del mismo producto pero se requieren ajustes como dice Mandado (2011).

Sistema de Automatización programable

Cuando la salida es baja, se recomienda utilizar automatización programable. Esto significa que es posible reconfigurar y reajustar el equipo, incluyendo hardware y software, para poder personalizar la serie de producción. Por ejemplo, debido a los requerimientos del cliente, los cambios que pueden ocurrir con el tiempo, el mercado se puede solucionar reprogramando el proceso cuando sea necesario.

Mandado (2011) informa que por supuesto, el tercer tipo de automatización es una combinación de los dos primeros. Cuando la automatización fija y la programable se combinan, se puede realizar una automatización flexible. Esto es ideal para la producción de volumen medio porque sus ajustes de programación serán regulares, por lo que la reconfiguración se puede definir desde la etapa inicial de cada proyecto.

Sistema Integrado de Automatización

El sistema de automatización integrado es un grupo de máquinas, procesos y datos independientes, que trabajan sincrónicamente bajo el mando de un único sistema de control para realizar el sistema de automatización del proceso de producción: CAD (diseño asistido por computadora), CAM (fabricación asistida por computadora), controlado por computadora. Las herramientas y las máquinas, los robots, las grúas y las cintas transportadoras se pueden integrar entre sí mediante la programación y el control de la producción como dicho por (Shiibashi *et al.*, 2006).

3.2 COMUNICACIÓN ENTRE DISPOSITIVOS

Oliva Alonso & Alonso Castro Gil (2013) dice que las redes de comunicaciones, locales, metropolitanas o de área amplia en la actualidad utilizan soportes físicos muy diversos. Como consecuencia de la diversidad de redes existentes, de las distintas necesidades de sus usuarios, incluso de la titularidad de la red (pública o privada), los requisitos que se imponen a red son muy diferentes y por tanto los medios físicos utilizados son muy diversos. A pesar de esto, las características físicas de los soportes que permiten la propagación de las señales

electromagnéticas (incluyendo también la información a transmitir) vienen a ser cualitativamente las mismas, aunque no cuantitativamente.

La comunicación industrial tiene puntos en común con la comunicación que se usa diariamente. Cuando las personas se comunican existe un emisor y un receptor para que puedan entenderse. El emisor se comunica a través de un código común con el receptor, en este caso es el idioma. En las comunicaciones industriales funciona de la misma manera, en este caso el código común es el protocolo. Para que todo el proceso pueda ser realizado de la manera adecuada, debe de haber un medio de comunicación a través del cual se transmite el mensaje. Es necesario que para que dos máquinas se puedan comunicar entre si tengan protocolos compatibles.

3.2.1 CRITERIOS PARA TOMAR EN CUENTA

Medio o soporte físico que es el elemento por el cual se transmite la información. Es aquí donde se debe tomar en cuenta el tipo de medio, la arquitectura o topología y el conexionado. Los dos tipos de medio que existen es el guiado o cableado y el inalámbrico como lo es el Wifi y bluetooth. Las características que definen a los tipos de cable son la velocidad de transmisión de datos, la inmunidad que es la distorsión o ruido que puede hacer sufrir el propio cable, la distancia y el coste. Se debe tomar en cuenta que estas características pueden mejorar con el tiempo a medida que avanza la tecnología y la calidad del cable.

Durante las últimas décadas el par trenzado es uno de los más utilizados medio de transmisión de señales en la comunicación automotriz, incluso la aparición del medio más poderoso como el óptico El cable de fibra o coaxial no puede lograr desterrarlo, en parte debido al bajo costo de fabricación del par trenzado, en parte debido a la mejora de sus características de transmisión que permiten aumentar el ancho de banda como dice (Chen Juexiao *et al.*, 2009).

Tabla 1: Tipos de Cables con Diferentes Características

| Medio | Velocidad de transmisión | Inmunidad CEM | Distancia máxima entre equipos | Coste |
|-------------------------------------|--------------------------------------|---------------|--------------------------------|----------|
| Par trenzado | Med: 100 kbits/s Máx: 500 kbits/s | Muy baja | 200 m | Bajo |
| Par trenzado apantallado (blindado) | Med: 100 kbits/s Máx: 500 kbits/s | Media | 1 Km | Bajo |
| Coaxial (banda base) | Med: 1 Mbits/s Máx: 50 Mbits/s | Media | 2,5 Km | Medio |
| Coaxial (banda ancha) | Med: 300 Mbits/s | Media | Entre 10 Km y 50 Km | Medio |
| Fibra óptica (multimodo) | 1 Gbps 10 Gbps | Alta | Entre 2 Km y 10 Km | Alto |
| Fibra óptica (monomodo) | 100 Gbps 1000 Gbps | Alta | Máxima 100 Km | Muy Alto |

Fuente: Lange & Ahrens (2005)

Arquitectura o Topología de Conexión

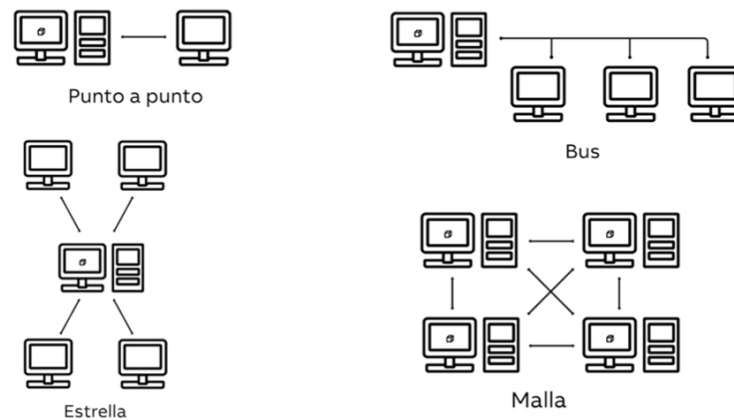


Ilustración 6: Arquitectura o Topología de Conexión

Fuente: (Nair *et al.*, 2018)

Las comunicaciones pueden ser de dos maneras, comunicación en serie o en paralelo. En la comunicación en serie, también conocida como buses de comunicación, hay un elemento denominado maestro y otros son los esclavos. El maestro inicia la comunicación a un esclavo, le envía una petición, el esclavo la recibe, la procesa y da una respuesta a la misma. La respuesta llega al maestro y este la procesa, solo entonces es cuando puede enviar otra

petición. La diferencia entre un maestro y un esclavo es que el maestro es quien puede iniciar la comunicación, mientras que el esclavo no como lo dice (Morales *et al.*, 2020).

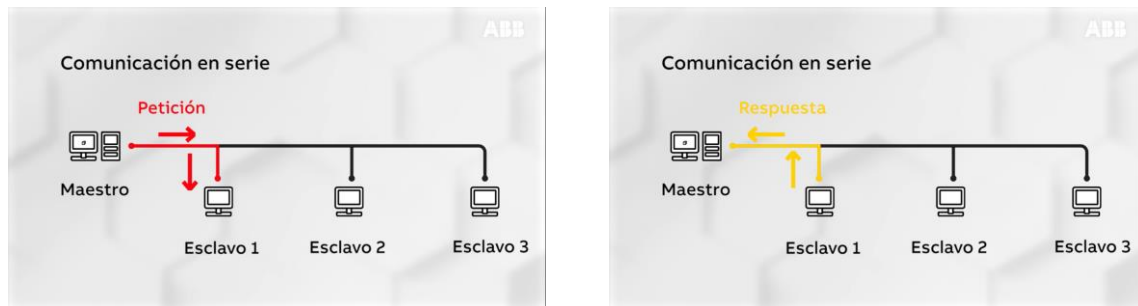


Ilustración 7: Comunicación Entre Maestro y Esclavo

Fuente: ABB (2020)

En la comunicación en paralelo, conocida como broadcast con redes de comunicación, el emisor denominado cliente es capaz de enviar una o múltiples peticiones a los receptores denominados servidores y gestionar las respuestas de estos al mismo tiempo. Los servidores a su vez también son capaces de recibir múltiples mensajes y gestionar sus respuestas simultáneamente.

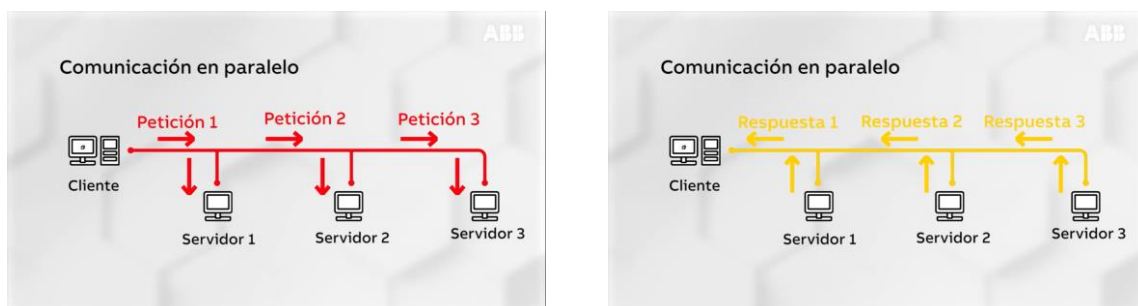


Ilustración 8: Entre Cliente y Servidores

Fuente: ABB (2020)

Protocolos

Un protocolo de comunicación es un conjunto de reglas que definen la transferencia e intercambio de datos en la activación y desactivación de señales eléctricas entre los distintos dispositivos que conforman las reglas. El protocolo debe de ser compatible entre emisores y receptores. Inicialmente cada protocolo se creó para un tipo de aplicación. Actualmente su elección depende de otros factores ya que se pueden conectar dos equipos con protocolos distintos mediante el uso de pasarelas o Gateway. Estos dispositivos permiten traducir o

convertir uno o más protocolos para que los distintos dispositivos puedan comunicarse como dicho por (J.-I. Kim *et al.*, 2019).

Tabla 2: Tipologías de Protocolos

| Sistema de comunicaciones | Tipología | Medio físico | Velocidad de transmisión | Distancias máximas por segmento | Nodos por segmento | Protocolos asociados |
|---------------------------|---------------------------------|--------------------------|----------------------------|---------------------------------|--------------------|--|
| Profibus | Bus lineal | Par trenzado apantallado | De 9,6 Kbps hasta 12 Mbps | De 200 m hasta 1200 m | 32-64-127 | Profibus DP Profibus PA |
| Modbus | Bus lineal | Par trenzado apantallado | De 300 bps a 19,2 kbps | 1000 m | 32-64-248 | Modbus RTU |
| Devicenet | Bus lineal | Par trenzado apantallado | De 125 Kbps hasta 500 Kbps | De 200 m hasta 1200 m | 64 | Devicenet |
| CAN | Bus lineal | Par trenzado apantallado | De 50 Kbps a 1 Mbps | De 40 m hasta 1000 m | 64-127 | CanOpen |
| M-Bus | Bus lineal | Cable de 2 hilos | De 300 a 9600 bps | 1000 m | 250 | M-Bus |
| HART | Bus lineal | Cable de 2 hilos | 1200 bps | 3000 m | 30 | Hart |
| AS-i | Bus lineal Árbol Estrella | Cable de 2 hilos | 167 Kbps | 100 m | 32 | AS-i |
| Ethernet | Malla | Par trenzado apantallado | De 10 Mbps hasta 100 Mbps | 100 m | n/a | Modbus/TCP Ethernet/ IP Profinet |
| | Estrella | Fibra óptica | De 100 Mbps a 1 Gbps | | | |

Fuente: Lange & Ahrens (2005)

Profibus

Es un estándar de red de campo abierto que nada tiene que ver con proveedores, y sus interfaces permiten un amplio abanico de aplicaciones en el proceso de fabricación y automatización previa como dice Hooper (2006). Este estándar de acuerdo internacional tiene como objetivo reducir los costos, la flexibilidad, la confianza y la garantía de futuro para lograr las más diversas aplicaciones, interoperabilidad y múltiples proveedores. Profibus es un estándar de comunicaciones para buses de campo y deriva de las palabras process field bus. Este es actualmente el líder de los sistemas basados en buses de campo en Europa y goza de una aceptación mundial.

Capa física:

- RS485 o Fibra Óptica
- Baudrate desde 9.6 Kbps a 12 Mbits
- Max distancia sin repetidores: Depende de los Baudrate.

- Número máximo de estaciones: 32 sin repetidores, 122 con 3 repetidores
- Rango Dirección: 1 -127

Tabla 3: Bit Rate Dependiendo de la Distancia

| | | | | | |
|-----------|------------|------------|----------|----------|---------|
| Bit rate | 9.6 Kb/s | 187.5 Kb/s | 500 Kb/s | 1,5 Mb/s | 3 Mb/s |
| | 19.2 Kb/s | | | | 6 Mb/s |
| | 93.75 Kb/s | | | | 12 Mb/s |
| Distancia | 1200 m | 1000 m | 400 m | 200 m | 100 m |

Fuente: Elaboración Propia

La capa física principal para Profibus DP se basa en RS-485, que utiliza Modbus. Sin embargo, en el caso de Profibus, la especificación Profibus no se refiere simplemente a la especificación RS-485 existente. En cambio, extiende la especificación RS-485. La capa física se apretó para requerir solo dos cables, con velocidades de hasta 12 megabits por segundo como lo dice (Pei-xian *et al.*, 2017). Profibus fue diseñado para automatizar una planta completa, independientemente de su tamaño o si la planta es automatización de fábrica (compuesta de entrada/salida discreta) o automatización de procesos (compuesta de entrada/salida analógica). Tampoco importa si todas las secciones son locales o remotas: Profibus puede manejarlo todo bien.

Versiones de Profibus

- Profibus-DP: optimizado para alta velocidad y conexión económica. La versión DP está diseñada especialmente para la comunicación entre sistemas de control de automatización y E / S distribuidas a nivel de dispositivo. Se puede usar para reemplazar la transmisión de señal paralela con 24 V o 0 a 20 mA.
- Profibus-PA: diseñado especialmente para la automatización de procesos. Permite conectar sensores y actuadores en una línea de bus común incluso en áreas intrínsecamente seguras.
- Profibus-FMS: solución de uso general para tareas de comunicación a nivel celular. Los potentes servicios de FMS abren una amplia gama de aplicaciones y proporcionan una gran flexibilidad.

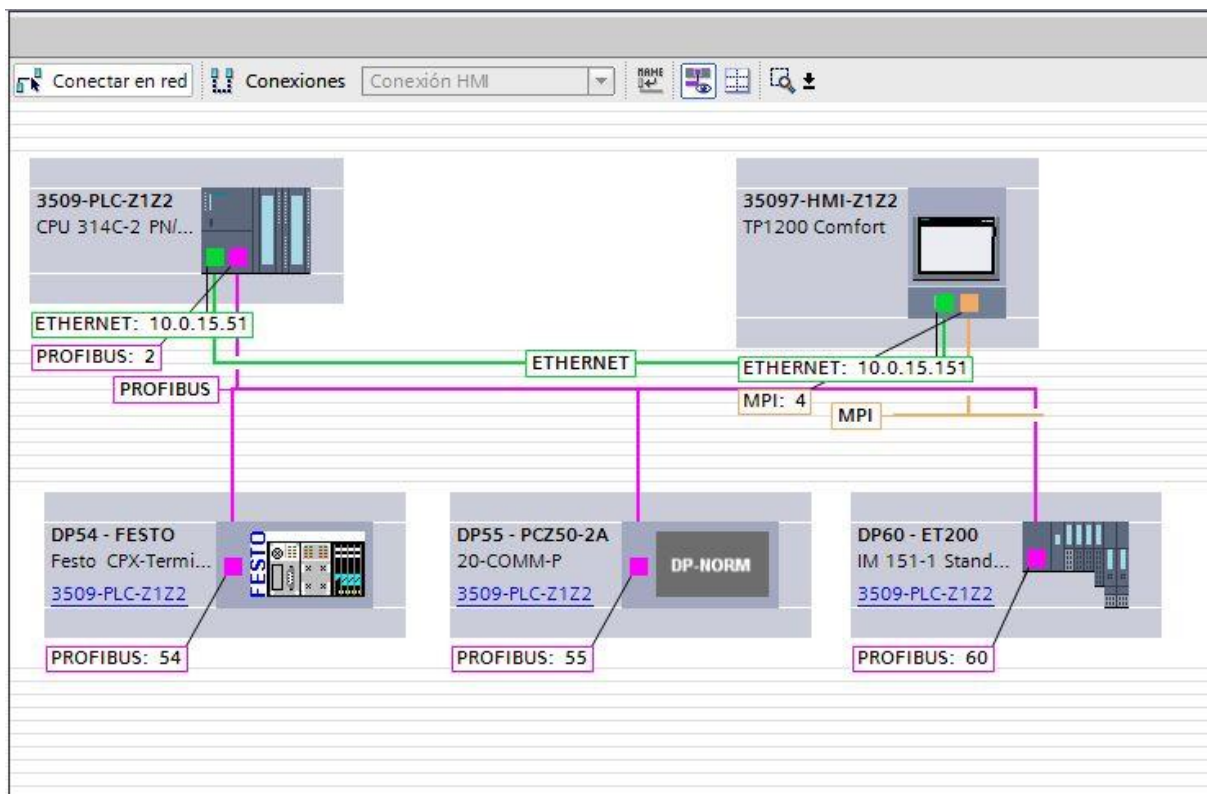


Ilustración 9: Conexión Maestro Esclavo con Profibus

Fuente: Elaboración Propia

DeviceNet

Es un protocolo de comunicación en el entorno de automatización. Es una herramienta de comunicación que le permite hablar lógicamente entre un PLC y muchos dispositivos de control. En lugar de que el PLC hable directamente con los módulos de entradas y salidas discretos, DeviceNet habla a través de una pieza de hardware llamada DeviceNet scanner. DeviceNet fue desarrollado originalmente por Allen Bradley que es una marca de Rockwell Automation, los cuales decidieron compartir esta nueva tecnología convirtiéndola en una red abierta. DeviceNet sigue el modelo de interconexión de sistemas abierto OSI la cual utiliza 7 capas las cuales son Física, Enlace de datos, Red, Transporte, Sesión, Presentación y Aplicación. Según Murvay & Groza (2018) utiliza el modelado de objetos para definir lo visible comportamiento de red de nodos que se ven como colecciones de objetos. Se muestra el modelo de objetos de DeviceNet nodo que presenta tipos de objetos junto con sus relaciones e ilustra el concepto de clase. Una clase es un conjunto de objetos. con servicios, atributos y comportamientos relacionados. Los servicios son los procedimientos que un objeto puede realizar mientras los atributos son características del objeto.

As-interfaz

La interfaz de sensor AS-Interface o Aktuator es un sistema de bus de campo simple y eficiente. Es un bus abierto que se puede ser integrado en muchas plataformas, por lo que puede transmitir señales digitales y analógicas afines con procesos y maquinaria. Por otro lado, constituye una interfaz común entre actuadores y sensores binarios simples y entre diferentes niveles de control central. Dreps (2015) informa que lo mejor es el sistema AS-Interface, tiene un alto grado de simplicidad y eficacia, en comparación con otros sistemas de bus, es de lejos el más económico. Por tanto, no es de extrañar que AS-Interface se haya convertido en el estándar más extenso en automatización industrial. No solo es muy fácil de operar e instalar, sino que también es particularmente flexible para futuras actualizaciones y es muy robusto incluso en las condiciones más desfavorables.

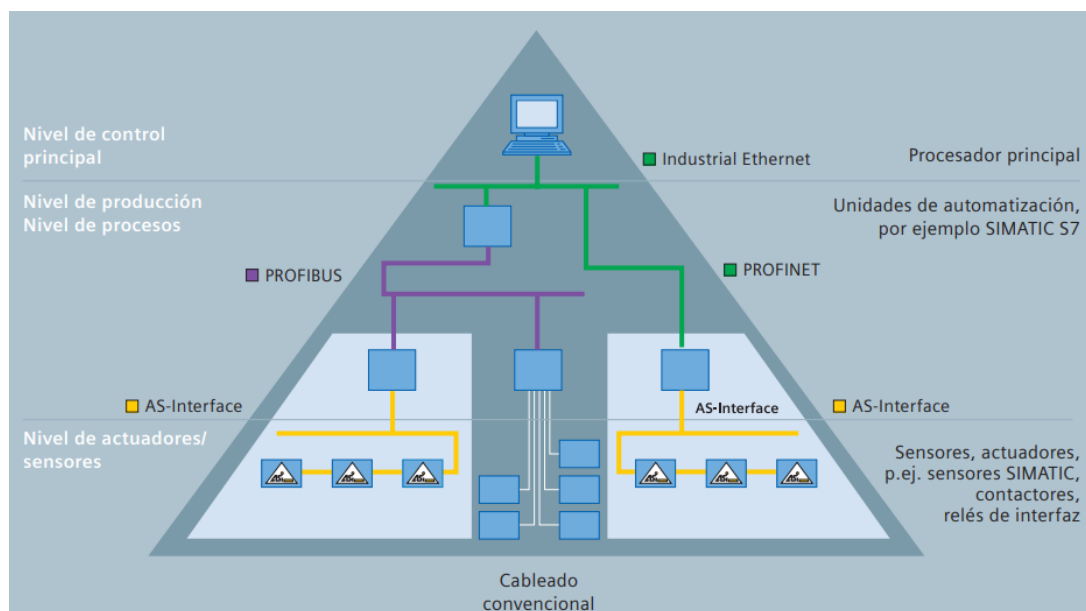


Ilustración 10: Tipos de Comunicación en la Industria

Fuente: Siemens AG (2009)

Desde la introducción al mercado en 1994, se instaló la interfaz con AS-i Más de diez millones en todo el mundo Número de nodos en diferentes instalaciones Departamento. Desde 1999, AS-Interface se Estándares industriales internacionales. Necesita una organización internacional sólida AS-International Association esto no detendrá el desarrollo del sistema. AS interfaz. Bien formado hoy Entre los 300 miembros, los fabricantes líderes en el campo de la automatización se encargarán de AS-Interface seguirá ocupando el mercado

y afianzando su posición en el futuro La solución más sencilla y económica como lo dice (Zhiyong *et al.*, 2009).

3.3 PROCESOS EN UNA EMBOTELLADORA

El proceso de producción de bebidas carbonatadas consta de una serie de etapas, el proceso comienza con la obtención del agua y luego con la producción. Se extraen de sus propios pozos, luego de la purificación, se filtran con arena y carbón activado, se mezclan con azúcar para obtener un almíbar simple. Agrega conservantes, concentrados, etc., para obtener un almíbar terminado. Para limpiar el recipiente, existe otro método de tratamiento de agua, y luego el jarabe elaborado se enfría y se mezcla con agua y CO₂ para su embotellado. Otras partes del proceso incluyen: control de botellas, envasado y envasado de refrescos.

3.3.1 OBTENCIÓN DEL AGUA TRATADA

La obtención de agua tratada requiere demarcación. Se agrega sulfato de aluminio para coagular la materia orgánica suspendida en agua, como bicarbonato de calcio y magnesio; luego precipita principalmente. La segunda parte consiste en eliminar los depósitos mediante purga continua, en este caso cada 3 horas. En la tercera parte, se trata el agua, pero hay algunas impurezas principalmente gaseosas. Zuckett & Gramlich (2017) nos explica que luego, pasa por el filtro de carbón activado y arena; el filtro de arena tiene la función de retener todas las partículas que quedan en el agua, y el filtro de carbón activado tiene la función de retener todas las sustancias gaseosas (como el cloro residual), eliminando olores y sabores desagradables. Finalmente, el agua pasa por un filtro pulido, el cual retiene cualquier tipo de partículas que no hayan sido removidas. El agua extraída tiene otro propósito. En esta zona se desala completamente por intercambio iónico, luego se filtra a través de un tanque de agua equipado con una capa de resina de zeolita, que retiene la sal y los minerales en el agua; la resina es periódicamente lavada y regenerada por sal industrial. El agua descalcificada se utiliza para limpiar envases de plástico y vidrio, y para obtener vapor de agua en el hervidor, evitando así incrustaciones en las tuberías de la máquina.

3.3.2 ELABORACIÓN DE JARABES TERMINADOS

Ésta es la operación más importante. El objetivo principal es producir jarabes terminados de diferentes sabores de acuerdo con los estándares de calidad y salud especificados, ya que es

la principal materia prima para la preparación de bebidas. Considerando su uso, el jarabe elaborado es el factor más costoso en el proceso de producción. Por lo tanto, su desempeño debe ser monitoreado con mucho cuidado porque tienen un impacto directo y serio en el costo de fabricación del producto. La producción de jarabe comienza con el uso de agua tratada y su bombeo a un tanque de expansión. Luego vierte el azúcar blanco industrial en la cantidad determinada para cada sabor, y mézclalo uniformemente en el tiempo necesario.



Ilustración 11: Tanques de Jarabe

Fuente: Zuckett & Gramlich (2017)

Luego, la mezcla se filtra a través de varias capas verticales, que retienen materias extrañas. Obtener un almíbar simple y bombearlo a otros tanques; según el sabor a preparar, porque a cada tanque se le asigna un sabor. Después de reposar, mezclar el almíbar con sabores, colorantes, aromatizantes, etc. esto sigue revolviendo. El tamaño del tanque es demasiado grande debido a la producción requerida; capacidad máxima: 3600 galones. El jarabe utilizado como producto es más popular en el mercado. Finalmente, se deja reposar el almíbar durante al menos 12 horas antes de enviarlo por tubería a la línea de embotellado.

3.3.3 PRUEBAS DEL PRODUCTO

Jarabe La concentración o densidad del jarabe. En esta prueba, se mide la densidad del azúcar en el jarabe. Su determinación debe ser precisa y cumplir con las especificaciones. Para ello, la medición se realiza mediante muestreos aleatorios de botellas con tanta frecuencia, en este

caso cada 30 minutos: utilizando un hidrómetro y un termómetro Fahrenheit. Primero retire el gas de la muestra, revuelva constantemente y luego retírelo. Vierta el líquido en un tubo de ensayo e introduzca un hidrómetro y un termómetro en el tubo de ensayo. A través de estas medidas y utilizando tablas preconstruidas, se puede determinar la densidad o Brix. La carbonatación implica determinar el contenido y la concentración de dióxido de carbono en la bebida. El contenido y la concentración de dióxido de carbono deben estar a la altura de llenado correcta. En esta prueba, use un manómetro y un termómetro para agitar la botella durante unos 25 segundos, perforo la tapa de la botella con un dispositivo especial y mida hasta que la presión alcance 0 psi, luego agítelo nuevamente y mida. Luego inserte el termómetro en el orificio de la tapa y mida la temperatura.

Finalmente, los valores de presión y temperatura se utilizan para determinar el contenido carbonatado de la bebida. El control de Brix y carbonatación es muy importante, por lo que es necesario calibrar y comprobar el funcionamiento normal de los equipos utilizados en la medición. Otras medidas de control implementadas en el producto incluyen: corona o encapsulación hermética, apariencia, sabor y olor.

3.3.4 EMBOTELLAMIENTO

En este proceso, las bebidas obtenidas oficialmente se envasan según estándares preestablecidos. La bebida se obtiene a partir de una mezcla de agua tratada, dióxido de carbono y almíbar terminado, que se diferencia de otros productos por el almíbar y el recipiente utilizado. Las tapas para bebidas gaseosas, por ejemplo, deben soportar una presión interna significativa, mientras que las tapas los contenidos que puedan sufrir contaminación microbiana deben esterilizarse antes o después del llenado. Además de proteger el contenido, las tapas también deben ser amigables para el consumidor en términos de desenroscar y volver a sellar. Tome como referencia la velocidad nominal de la máquina llenadora como dicho en Newstex (2019).



Ilustración 12: Maquina Embotelladora Krones

Fuente: Krones (2020)

3.3.5 PALETIZADORA

Finalmente, las botellas se agrupan para facilitar el transporte hasta su destino final. El dispositivo de recogida está conectado al transportador de botellas y se utiliza para transportar las botellas alimentadas en una sola fila por el transportador de botellas y organizarlas en capas. (Fengyan *et al.*, 2008) muestra que el dispositivo de recogida tiene una cinta de correr circulante a través de la cual se empujan las botellas a través del expansor en forma de embudo del transportador de botellas, en el que las botellas se apilan y disponen horizontalmente en filas, cerrando así el hueco. Las botellas en la cinta de correr se empujan hacia los espaciadores en el dispositivo de paletización a través de las varillas de empuje de forma especial y luego se apilan capa por capa por el elevador. Esta técnica de recogida y paletización es adecuada para botellas pesadas y estables.

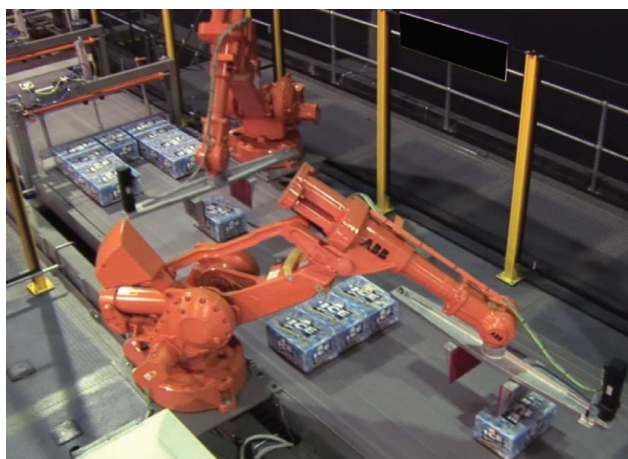


Ilustración 13: Brazo Robótico Paletizadora de Latas

Fuente: Dzitac & Mazid (2013)

3.3.6 EMBALAJE

El empaque es todo el proceso de protección durante la manipulación, transferencia y almacenamiento de productos y materias primas. A través de este proceso, podemos proteger todo el proceso desde la producción hasta el consumo. El embalaje cumple con las funciones de proteger y cuidar el producto para no recibir daños en el transporte. Contiene el producto para poder ser transportado de manera correcta garantizando la conservación de este. Motiva la compra debido a su presentación adecuada garantizando así la identidad de la empresa que lo envía.

IV DESARROLLO

4.1 CHARLA INTRODUCTORIA DE SEGURIDAD

Es obligatorio que todo personal, en su etapa introductoria al igual que cada vez que vuelve a ingresar a la planta, tome una charla de seguridad e la planta. No solo para personal nuevo, sino para todo personal temporal que vuelve a tomar un puesto en la empresa. En esta charla está compuesta por varias etapas que cubren las políticas de la empresa, seguridad alimenticia, seguridad del personal, así como una de bioseguridad. Dentro de las políticas de la empresa se encuentran la misión, visión y expectativas de la empresa para su personal.

Dentro de la etapa d seguridad alimenticia se presenta el termino de inocuidad que es una palabra clave desde que uno entra a trabajar. La inocuidad se refiere al correcto manejo de los procesos alimenticios para proteger la salud del cliente. Es decir, la protección y el cuidado que se debe mantener para lograr un producto alimenticio de calidad y confiabilidad para el consumidor. Es por esto por lo que el uso de cofias, mascarillas en ciertas áreas, desinfección de la persona al igual que el uso de guantes siempre ha sido de vital importancia dentro de la empresa. Mas, sin embargo, en la etapa de bioseguridad vemos como estas medidas han venido a ser reforzadas y modificadas para todas las áreas. El uso de lentes, cofia y mantener una distancia de 2 metros entre el personal son medidas que se deben de tomar en todo momento. El Covid-19 llegó para quedarse como muchas enfermedades y esta, para evitar su propagación, no llega a proliferarse en ambientes controlados y limpios. Es por esto por lo que, siguiendo los lineamientos adecuados, al igual que un control de entradas con mediciones de temperatura, ha llegado a mantener un ambiente seguro en su interior.

4.2 INDUCCIÓN EN DIFERENTES ÁREAS DE PLANTA

En Embotelladora de Sula tiene un programa de prácticas con mucha libertad en el cual dejan que el practicante, como persona madura de edad, escoger su área de trabajo, así como su proyecto en cual enfocarse. Es por esto por lo que en las primeras semanas se me permitió hacer un reconocimiento de las diferentes áreas en las cuales el producto es elaborado. Es aquí donde logre observar y estudiar los diferentes procesos y maquinarias que utilizan en la empresa. La automatización en Embotelladora de Sula se encuentra en cada etapa en la que se realiza el producto.

4.2.1 MITEKO

Miteko podría considerarse como el corazón y sus arterias en Embotelladora de Sula. Es en esta área donde se hace el procesamiento de los jarabes y su distribución a las diferentes áreas de producción para el embotellado de sus productos finales. Miteko está encargado del área de cocimiento en el cual la azúcar es procesada para la producción del jarabe que es la materia prima y base para las recetas de sus productos.

Miteko también se encarga de la apropiada elaboración de recetas para obtener el producto deseado, tomando en cuenta la concentración de azúcar medida en Brix al igual que el nivel de carbonatado que se inserta en algunos de sus refrescos, aparte de los diversos otros componentes de elaboración. El ingeniero Allan Castellanos, egresado de UNITEC, está encargado del área de metrología, el cual se encarga del mantenimiento la instrumentación de la Embotelladora de Sula. Esto conlleva a llevar un control adecuado de los mantenimientos pasados y futuros de las máquinas para evitar tener paros inesperados y no deseados.

4.2.1.1 *Saneamiento*

Uno de los procesos más importantes que supervisa Miteko es el de saneamiento. El saneamiento es esencial cada vez que se hace un cambio de producto para lograr de manera efectiva una receta totalmente inalterada. Dependiendo del cambio de receta que se va a hacer cambia el tipo de saneamiento que se le hace a la maquinaria. Por ejemplo, un cambio de refrescos de sabor toma un saneamiento de 3 pasos, pero un cambio de refresco a Gatorade toma una combinación de 3 pasos y luego uno de 5 pasos. Los tipos de saneamiento son los siguientes:

1. 3 Pasos de 1 hora y media aproximadamente
 - Enjuague a 45°C con un recirculado de 10 minutos
 - Agua caliente a 45°C por 15 minutos cuando hay retorno a 85°C
 - Enfriado a 25°C o temperatura ambiente
2. 5 Pasos de 3 horas aproximadamente
 - Enjuague a 45°C con un recirculado de 10 minutos
 - Soda caustica a 60 Milisimen por 20 minutos recirculando
 - Enjuague de soda, conductividad a 0.05

- Agua caliente a 95°C por 15 minutos
3. 7 Pasos de 5 horas aproximadamente
- Enjuague a 45°C con un recirculado de 10 minutos
 - Soda caustica a 60 Milisimen por 20 minutos recirculando
 - Enjuague
 - Divosan MH a 6 Milisimen por 15 minutos recirculando
 - Enjuague
 - Agua caliente a 95°C por 15 minutos
 - Enfriado

4.2.2 MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

El área de mantenimiento industrial es la que se encarga de supervisar y darle manteamientos a todo el resto de la planta. Esta rama está conformada por los técnicos de línea y los supervisores que pasan al pendiente de sus áreas asignadas. Los técnicos están compuestos por mecánicos y los eléctricos que trabajan en conjunto para resolver los problemas diarios que den las maquinar en las líneas de producción. Estos tienen turnos de 12 horas que van rotando, a diferencia de los supervisores que llevan turnos de 8 horas, obteniendo 2 técnicos al día por cada 3 supervisores diarios.

Los técnicos eléctricos son los encargados de hacer los movimientos y cambios necesarios para volver a arrancar la planta cuando se va la luz. Este cambio toma aproximadamente de 45 minutos hasta 1 hora debido a que deben de cortar los pasos de energía de los paneles solares al igual hacer cambios en los paneles de fuerza. Mas aun, se debe ir a hacer un cambio de cuchillas en el cableado externo que viene de la EEH, así como encender y calentar los generados. Los cuales primero son designados a entrar a media tensión y luego entrar con alta tensión. Por cuestiones de seguridad al personal, el cambio de cuchillas no se puede realizar cuando está lloviendo, parando la planta en estas condiciones. Es por esto por lo que hay un proyecto a futuro que realizara este proceso de manera automática.

4.2.3 SOPLADO

El área de soplado tiene como propósito la producción de envases plásticos mediante el calentamiento y reestructuración de los PET para el llenado adecuado de los productos de

Embotelladora de Sula no retornables. Esta se conforma por dos procesos, uno activo el cual hace el soplado de la botella y la manda directo a las líneas de producción para ser llenadas. El otro proceso conlleva el soplado de la botella para ser empaquetado y almacenado en bodega. Esto se debe a que el proceso de soplado lleva un mayor tiempo que el proceso de llenado es por esto por lo que se implementa una sorteadora la cual es llenada por el producto almacenado y lo ingresa a la llenadora en conjunto con el producto recién elaborado. Esto para tener un libre flujo de producto llenado y final, sin tener espacios muertos.

En esta área, el ingeniero Josué Madrid está trabajando en un proyecto anteriormente utilizado en toda la empresa para medir la eficiencia de las líneas en la planta. Anteriormente, se utilizaba un sistema el cual podía medir la eficiencia de las líneas de producción con una base de recolección de datos en tiempo de real. Lastimosamente este programa se dañó, la compañía se disolvió y este programa no se puede volver a implementar de igual manera. Dejando solamente los televisores y líneas de cableado inhabilitados. Actualmente se está trabajando en un programa similar de medición de eficiencia para la línea de soplado con tecnología de Allen Bradley. Esto con el fin de luego poder llegar a implementarlo en toda la planta en un futuro.

4.3 PROYECTO INTEGRACIÓN PANEL NUEVO EN POLIPASTO

Este proyecto se basó en el área de cocimiento debido a que la grúa de polipasto estaba dando problemas de comunicación con el panel de movimiento de norte a sur, al igual que ciertas incidencias en las cuales los rodamientos de este se salieron del carril causando daños a la estructura.

4.3.1 ANÁLISIS INICIAL DEL SISTEMA



Ilustración 14: Sistema de Grúa con Polipasto ABUS

Fuente: Elaboración Propia

La grúa está conformada por un polipasto de 2 toneladas situado en una viga de hierro tipo I. Este se desplaza al largo de la viga con el sistema adquirido e impuesto por la compañía alemana ABUS. Este polipasto tiene como tarea el movimiento de sacos de azúcar los cuales tienen un peso aproximado de 2200 libras. Estos sacos están situados en el primer piso, son levantados por el polipasto como se muestra en la ilustración 8 hasta el segundo piso y son abiertos por la parte inferior para depositar la azúcar en un tanque en la parte inferior.



Ilustración 15: Funcionamiento de Sistema de Grúa ABUS

Fuente: Elaboración Propia

El panel del polipasto está conformado por señales las cuales representan el movimiento de los motores de la grúa para levantar y bajar el cableado, así como el movimiento de los motores para desplazarse a lo largo de la viga de hierro. Inicialmente, el sistema trajo un control con su cable para control del sistema por medio de este. Un problema que se suscitó al comienzo fue lo largo de este mismo, por el cual el operador no podía controlar de manera eficiente el polipasto al no tener el suficiente espacio de visión. En la ilustración 9 se puede apreciar cómo se ingresaron y cablearon nuevas señales a este panel de control. Esto, con el fin de implementar una conexión inalámbrica mediante señales de radio frecuencia para el movimiento del polipasto.

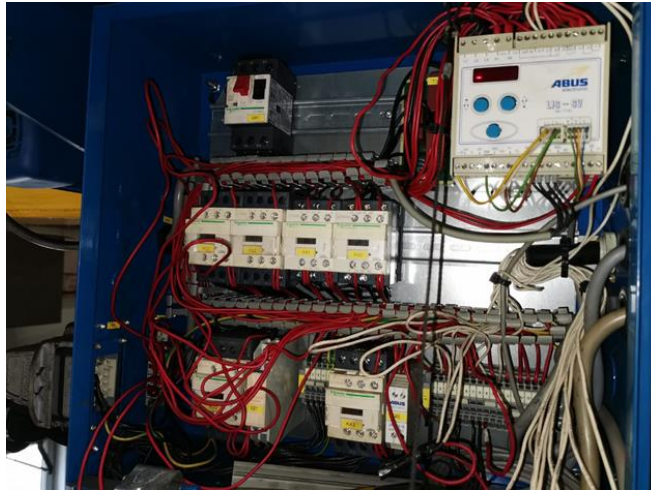


Ilustración 16: Panel Eléctrico del Polipasto ABUS

Fuente: Elaboración Propia

Se utilizó una caja de control para radio frecuencia de la marca Saga para lograr capturar las señales del control remoto para ingresarlas al panel del polipasto. Este acondicionamiento se hizo localmente, es por esto por lo que el uso correcto de los manuales al igual que una conexión ordenada y con el cableado correcto es de vital importancia. Esto con el fin de dejar un espacio libre y ordenado de trabajo para la siguiente persona. Se tomó en cuenta el trabajo realizado y se hizo la sugerencia a mantenimiento. En la ilustración 10 se puede ver la caja de control SAGA 1 – L10, en la cual se consiguieron los manuales para lograr visualizar de una mejor manera el cableado de esta para partir de ahí y reacondicionar el nuevo panel a integrar.

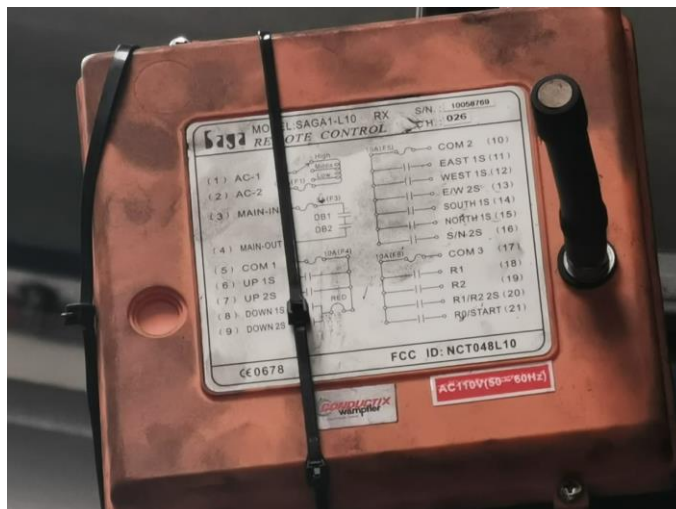


Ilustración 17: Control Mediante Radio Frecuencia del Polipasto

Fuente: Elaboración Propia

En la ilustración 11 se puede ver el panel de fuerza que controla el movimiento hacia el norte y sur de la viga que sostiene al polipasto. Este panel fue acondicionado localmente con motores de igual procedencia para el manejo de esta fase del proceso. Dicho panel será eliminado ya que los motores adquiridos en ABUS traen su propio panel con sus conexiones que serán complementarias a las conexiones existentes.



Ilustración 18: Panel de Movimiento Norte/Sur de Polipasto a Cambiar

Fuente: Elaboración Propia



Ilustración 19: Control que Recibe Señales de Radio Frecuencia

Fuente: Elaboración Propia

4.3.2 CAMBIOS REALIZADOS

Tras hacer compras de dichos elementos, en su mayoría, las compañías mandan a elementos de su propia empresa para lograr las conexiones necesarias y asegurar que sus productos queden funcionando de la manera adecuada. Sin embargo, ya que estamos en tiempos de pandemia, esto no se pudo concretar. Es por esto por lo que se evaluó y se decidió escoger un contratista para lograr la conexión de dicho panel.

En la ilustración 13 se logra ver el nuevo panel de la marca ABUS que se integró al sistema. Este panel es una extensión al panel del polipasto que se encontraba ya conectado. El problema que resolver fue la adquisición de señales para lograr conectarlas con el sistema de radiofrecuencia puesto en el panel original. El nuevo panel de fuerza de igual manera trae su conexión alámbrica y un control, pero se valoró siempre la distancia que se podría conseguir con dicho control. Los operarios de igual manera, cuando hay poco personal, tienen que movilizarse de arriba hacia abajo para lograr capturar los sacos de azúcar. Es por esto por lo que el uso del control remoto inalámbrico es de vital importancia para el proceso.

Con el uso del manual proporcionado por la compañía, investigaciones hechas en internet y pruebas de campo, se lograron identificar las señales necesarias a utilizar para la conexión e integración del sistema de radio frecuencia.



Ilustración 20: Nuevo Panel Marca ABUS Para Movimiento Norte/Sur del Polipasto

Fuente: Elaboración Propia

Un elemento nuevo que aportaba el nuevo sistema es un final de carrera de 6 canales, el cual sirve para desactivar las señales enviadas hacia el corrimiento del polipasto. Este funciona de la siguiente manera:

Tabla 4: Estaciones de Final de Carrera

| Posición 4 | Posición 5 | Posición 0 | Posición 1 | Posición 2 |
|---------------------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Adelante Rápido OFF | Adelante Rápido OFF | Adelante Rápido ON | Adelante Rápido ON | Adelante Rápido ON |
| Adelante Lento OFF | Adelante Lento ON | Adelante Lento ON | Adelante Lento ON | Adelante Lento ON |
| Atrás Rápido ON | Atrás Rápido ON | Atrás Rápido ON | Atrás Rápido OFF | Atrás Rápido OFF |
| Atrás Lento ON | Atrás Lento ON | Atrás Lento ON | Atrás Lento ON | Atrás Lento OFF |

Fuente: Elaboración Propia

Estas señalizaciones utilizadas como seguridad para lograr que el movimiento de la viga no sea rápido en los extremos de su eje y logra detenerse en cierto punto sin dejar que el control deje accionar ese contacto.



Ilustración 21: Kreuzhebelschalter ABUS o Interruptor de Palanca Cruzada

Fuente: Elaboración Propia

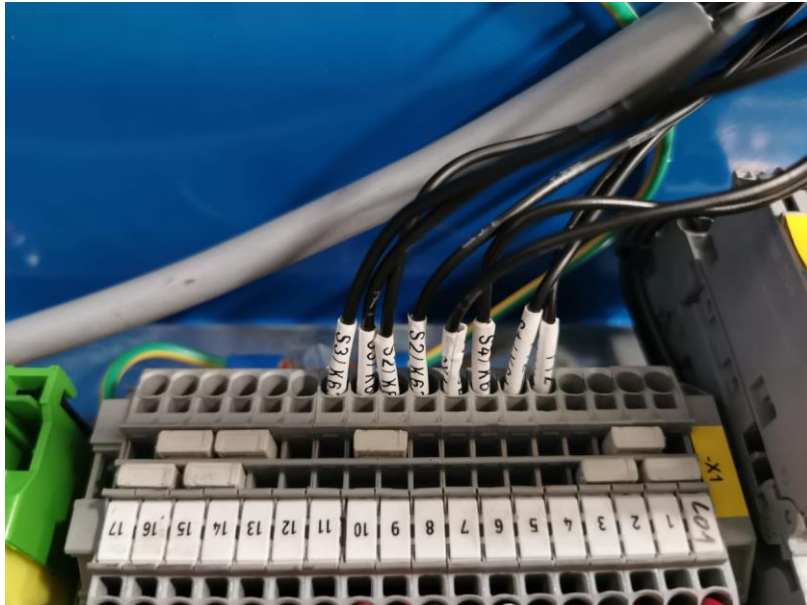


Ilustración 22: Modificación Hecha al Panel de Entradas Final de Carrera

Fuente: Elaboración Propia

Señales que fueron localizadas en el panel nuevo para lograr implementar el final de carrera para su correcto funcionamiento en el sistema.

4.3.3 PROBLEMAS RESUELTOS



Ilustración 23: (Izquierda) Movimiento Anterior (Derecha) Movimiento Posterior

Fuente: Elaboración Propia

Uno de los problemas que se pretendía resolver con el cambio de sistema era el constante desbaste de la viga sobre la cual se encontraban los rodillos del polipasto. En una variedad de

ocasiones, los operarios notaron como pedazo de hierro se desprendían de la viga y caían al suelo. Esto, con el pasar del tiempo, iba a ocasionar que se necesitara un cambio de viga por esta misma razón, causando un gran paro ya que tomaría un día mínimo para hacer dicho cambio. Con el nuevo sistema, como se puede apreciar en la figura 16, se pudo apreciar como los nuevos rodillos logran desplazarse sobre un ángulo el cual este situado por encima de la viga, provocando que este sea el que sea sometido a toda la acción del rodillo. Esto permite que el cambio del ángulo sea más barato, más sencillo y mucho más rápido cuando se tenga que dar dicho cambio.

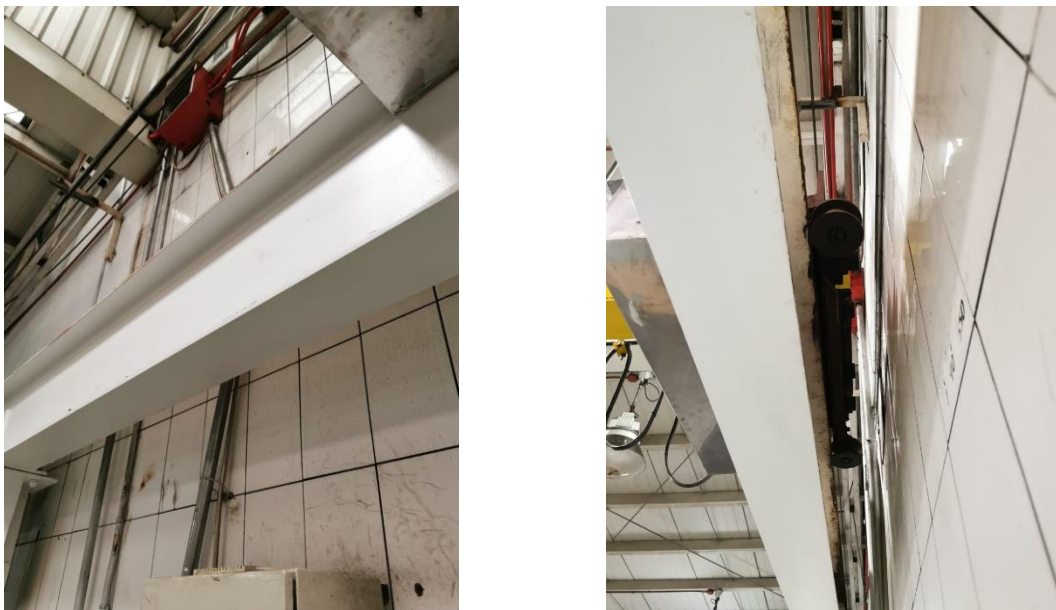


Ilustración 24: Daño de Tuberías Causada por Rodamientos

Fuente: Elaboración Propia

Como se expresó anteriormente, uno de los problemas que se dio este mismo año fue el desplazamiento de los rodillos por una asincronía de los motores. Esto causando que los rodillos pegaran con la pared provocando una ruptura en la tubería del cableado y a su vez provocando un incendio. Gracias a Dios fue poco el daño y no hubo consecuencias mayores con dicho accidente. El uso del ángulo sobre el cual permanecen los rodillos impediría que este se salga de su camino. Esta fue una de las decisiones concluyentes para la integración pronta del nuevo panel, ya que eliminaría el panel anterior el cual se situaba en esa área de precaria envergadura.



Ilustración 25: Diferencias Entre Ambos Tipos de Motores Utilizados

Fuente: Elaboración Propia

A su vez, los motores ABUS tiene una transmisión directa de movimiento hacia los rodillos, mejorando el sistema de transmisión por cadenas que tenía anteriormente. En la ilustración 19 se puede apreciar el montaje del nuevo panel, con su cableado y final de carrera listo para ser conectado con el polipasto. A la espera del siguiente paro para lograr pasar el polipasto hacia la nueva viga de hierro.



Ilustración 26: Nuevo Panel Montado con Conexiones

Fuente: Elaboración Propia

4.4 PROYECTO ROBOPAC

Robopac (2020) establece que es líder mundial en la tecnología de envoltura con filme estirable, con una producción de más de 10.000 máquinas al año, de las cuales exporta el 90% hacia los principales mercados internacionales. Son seis las tecnologías desarrolladas por la empresa: robot, mesas y brazos giratorios para la estabilización de cargas paletizadas mediante filme estirable (actividad principal), envolvedoras horizontales con filme estirable para productos de forma alargada, máquinas para aplicación de filme termorretráctil y encintadoras.

En Embotelladora de Sula se encuentran tres máquinas de embalaje de las cuales dos están situadas al final de la línea de producción con botes plásticos y una se encarga de la línea de lata. Dos de ellas se encontraban con un sistema de corte y sellado utilizando un brazo neumático con una resistencia la cual hacía el corto del filme embalado. Se tuvo la idea se incorporar este sistema a la tercera máquina para hacerlo más efectivo, dado que el Robopac de la Línea 96 presentaba muchos inconvenientes en la etapa de corte.

4.4.1 CAMBIOS MECÁNICOS REALIZADOS



Ilustración 27: Brazo de Corte Remplazado

Fuente: Elaboración Propia

En la ilustración 25 se puede visualizar el brazo anteriormente usado en el Robopac. Este dispositivo permanencia de manera horizontal en su base, al comenzar la desaceleración del

brazo embalador, el dispositivo de corte era accionado abriendo sus grapas. Tras llegar el brazo embalador a su posición de origen, el filme quedaba posicionado de manera tensionada encima de las grapas las cuales se retraían capturando el filme y haciendo un corte cuando el dispositivo llegaba de nuevo a su posición horizontal.

Problemas Para Resolver

- Uno de los problemas que logre visualizar desde mi llegada a la planta fue el desperdicio de filme cuando una tarima no llegaba completa al Robopac. Este sistema anteriormente hacia su acción tras sensor que una tarima estaba presente, automáticamente cumpliendo sus procesos de embalaje establecido. Como resultado, en la ilustración 26 se puede ver el exceso de filme que utilizaba el robot, provocando un gasto de tiempo para cortarlo y terminar de llenar la tarima manualmente al igual que su envolvimiento de manera manual.



Ilustración 28: Tarima Embalada de Manera Errónea

Elaboración: Fuente Propia

- La tensión que realizan los motores podía ser modificados desde los variadores que se encuentran en el panel de control. Pero, por consiguiente, la tensión permanencia de manera constante para el embalaje. Tras cambios de presentaciones en las botellas de plástico, las tarimas no siempre permanecen de manera constante. Provocando tensiones que llegaban a cortar el filme y tener que parar la máquina.

- El sistema de corte mediante las grapas no tenía un efecto deseado ya que este provocaba fallas en muchas ocasiones. El filme utilizado tiene una buena resistencia y el sistema está elaborado para realizarse de manera autónoma. Tras este tipo de fallas, un operario debería llegar a parar la maquina y hacerle los ajustes necesarios para volver a ponerla en marcha.

Integración de Nuevos Mecanismos



Ilustración 29: Nuevos Sistema de Embalaje

Fuente: Elaboración Propia

En la ilustración 27 se muestra el nuevo sistema para el Robopac de la línea 96 para el embalaje de tarimas. En este nuevo sistema hay una integración de un sensor capacitivo el cual tiene como función el monitoreo del nivel de la tarima. Esto con el fin de activar una señal de reconocimiento de altura para lograr notificar al sistema que la tarima llegó a su punto máximo y puede retroceder. Este sensor logra eliminar una de las primeras fallas que tenía el sistema anterior tras no seguir embalando y gastando filme innecesario tras estar al corriente de la altura necesaria para embalar la tarima.

Este nuevo sistema de embalaje tiene integrado de igual manera sensores en los motores del filme los cuales hacen una retroalimentación de la tensión que el filme va adquiriendo a lo largo del embalaje. Este, a su vez mediante ayuda de programación del sistema de control, decretando disposiciones a los variadores de frecuencia los cuales van ajustando sus señales. Como se dijo anteriormente, tras el cambio de tarimas, el cambio de presentaciones en los

botes plásticos o ajustes hecho en la paletizadora, ocurren diferencia tanto en los ángulos como en el grosor de esta. Por mínimos que sea el cambio, una tensión mayor a la deseada puede llegar a hacer un corte en el filme, error muy común en el sistema anterior. Con el nuevo sistema esta falla disminuyo considerablemente tras la regulación de los variadores para hacer los ajustes necesarios para obtener una tensión de manera más controlada.

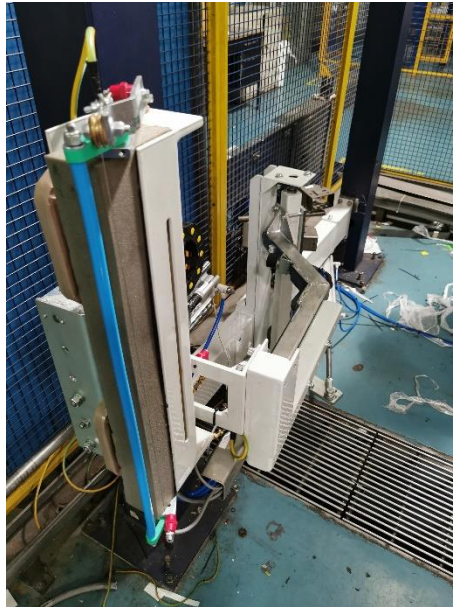


Ilustración 30: Nuevo Sistema de Corte Con Calor

Fuente: Elaboración Propia

Anteriormente, el sistema de corte mediante grapas de sujeción estaba situado en la base de la banda transportadora. Ahora este sistema está compuesto por una pinza que sujeta el filme mientras un brazo externo se sitúa en posición perpendicular a la tarima, se extiende, calienta una resistencia en su extremo por un tiempo deseado y hace el corte del filme. El nuevo sistema de corte tiene una mayor efectividad debido a que la pinza siempre mantiene sujetado el filme, luego de ajustes de ángulo que se tuvieron que dar. En dado caso que la resistencia llegara a fallar o falta, las pinzas sujetan el filme mientras este es cortado con la tensión ejercida de la tarima desplazándose a lo largo de la banda. Continuando el proceso de manera autónoma.

En la ilustración 29 se pueden visualizar las diferentes posiciones que involucran el brazo de corte en la parte final del proceso. Está en posición inicial, luego se pone perpendicular a la tarima mientras las pinzas se cierran, activa un pistón el cual mueve la resistencia al borde de la tarima cortando el filme y regresando a su posición inicial.

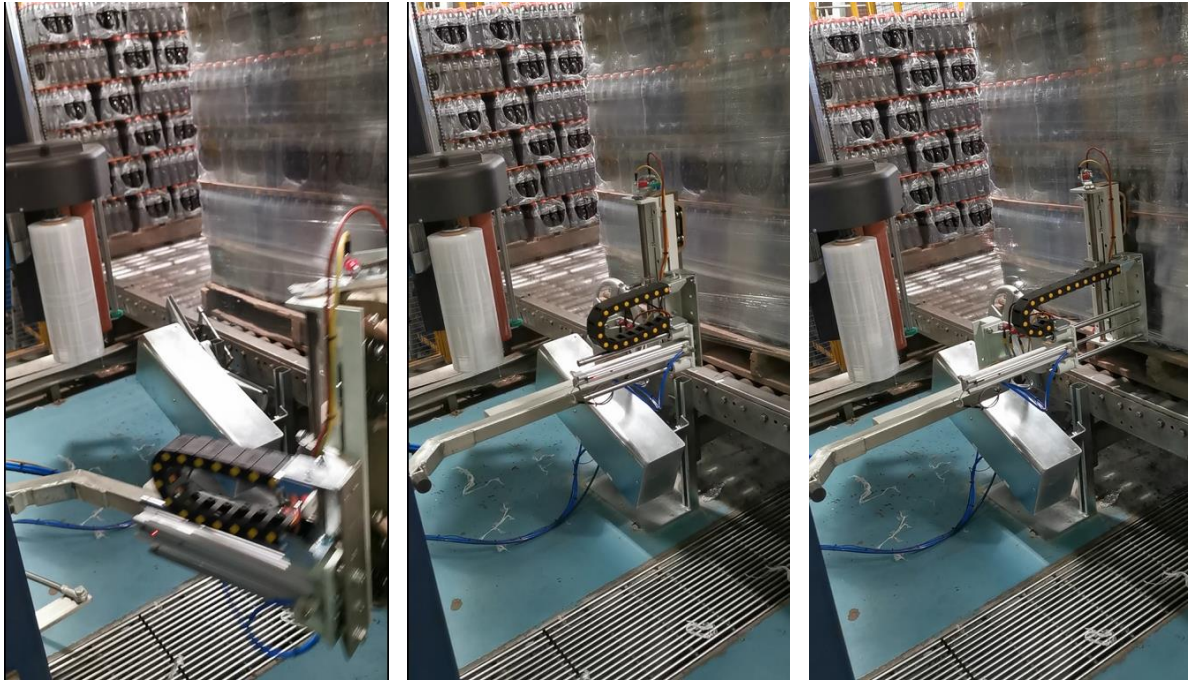


Ilustración 31: Posicionamientos de Brazo de Corte

Fuente: Elaboración Propia

4.4.2 CAMBIOS ELECTRÓNICOS Y DE PROGRAMACIÓN

Hay una diferencia entre cambiar un sistema en su totalidad por un sistema nuevo y la integración de nuevos dispositivos a un proceso ya elaborado. En la segunda situación, se debe hacer una investigación de campo para ratificar la compatibilidad de los nuevos dispositivos que se desean implementar. En el caso del Robopac, se lograron integrar los nuevos mecanismos de manera mecánica al Robopac para su uso correcto. Sin embargo, la programación utilizada en los otros mecanismos iguales en la planta no se pudo incorporar ya que estos utilizaban Allen Bradley y el nuevo sistema está siendo controlado por un PLC Siemens s7 200. Esto significó una reestructuración de la programación pasada utilizada en el embalaje y corte del Robopac para lograr hacer los ajustes necesarios para poder utilizar los nuevos dispositivos de manera adecuada.

En la ilustración 30 se logra visualizar el panel de control que usa el Robopac con el sistema de control PLC Siemens s7 200. Este se controla utilizando un software llamado STEP 7 MicroWIN el cual fue utilizado para la visualización y cambios de las señales.



Ilustración 32: Panel y Cableado del Robopac línea 96

Se evaluó el uso de nuevas señales en el PLC para el control de los dispositivos a incorporar en la programación, los cuales eran señales para los pistones neumáticos, sus sensores de posición y el accionamiento del relé de control de temperatura de corte. Esto llegaría a ser una solución más rápida para que el Robopac estuviera en funcionamiento, pero esto fue descartado ya que requeriría de un ingreso y manipulación mayor de la programación. Esto pudiendo provocar un fallo a nivel futuro. Mas aun, este sistema se evaluó que estaría funcionando un largo tiempo, por lo cual era mejor familiarizarse con el proceso y realizar los cambios mínimos y necesarios con las señales ya establecidas.

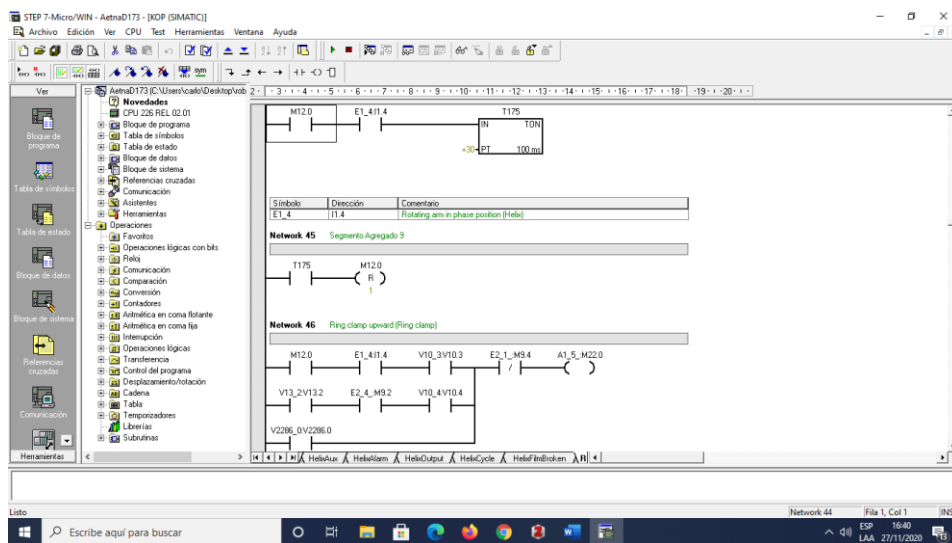


Ilustración 33: Programación de Robopac en Software Step 7

Fuente: Elaboración Propia

Cambios Realizados en Programación

Dichos cambios se lograron suscitar a lo largo de distintos periodos específicos en los cambios de producto para evitar para la producción de los envases. Luego de lograr arrancar el embalaje del producto, se decidió correr la maquinaria de esta manera mientras se cortaba el filme de manera manual mientras se seguía trabajando en la programación.

- Se localizaron e identificaron las señales de los pistones neumáticos que controlaban las grapas de sujeción al igual que sus sensores de posiciones. Mismas que fueron adaptadas a la nueva pinza de sujeción del sistema. Se hizo cambios en la programación ya que las grapas se accionaban en tiempos distintos a los deseados. Se estudiaron las señales en la programación, se estudiaron las marcas que se activaron y se hicieron los cambios requeridos. Se encontró un bloque de tiempo sin valor el cual causaba una falla en la pantalla A066 se sistema. Dicho bloque es llenado con una función en la HMI, pero la función fue borrada de la misma. Se opto por escribir un valor el en la programación para que fuera estándar para todo el proceso y evitar la falla.
- De igual manera se localizaron las señales del brazo donde se situaban las grapas y se emparejaron al brazo que se sitúa perpendicularmente a la tarima para hacer la acción de corto. Tras la falla A05, perteneciente a filme cortado, todo el sistema debía llegar a sus posiciones iniciales y accionar una alarma. Se suscitaba la situación que, tras llegar el brazo embalador a su posición 0, se accionaba la pinza y el brazo de corte era accionado antes de activarse la falla. Se reprogramo toda la acción del sistema para lograr parar el brazo embalador en posición inicial e inmediatamente activar la alarma. Esto con el fin de evitar accidentes con el brazo de corte.
- La falla A013, constante de una falla de sobre corriente, fue un constante problema ya que incapacitaba al brazo de regresar a su posición inicial. Se estudio el comportamiento del programa y se llegó a la conclusión, como fue con la A066, que fue de un bloque temporizador. En la ilustración 32 logramos visualizar los bloques utilizados para modificar distintos parámetros en la programación del sistema. Se puede notar como falta una figura en la parte derecha. Es ahí donde falta una opción donde se puedan cambiar los tiempos de soldadura, de corte y apertura de pinza. Mismo que se escribieron en la programación de STEP 7 para ser guardados para no

tener futuros inconvenientes. Se notificó esto para poder en un futuro reorganizar la HMI y poder acceder a dichos parámetros de nuevo desde la pantalla.



Ilustración 34: HMI Utilizada Para Controlar Parámetros del Robopac

Fuente: Elaboración Propia

4.5 MANTENIMIENTOS SUPERVISADOS

4.5.1 CAMBIO DE PIEZA EN ETIQUETADORA LÍNEA 96

KRONES (2020) indica que, hace muchos años, la Contiroll marca las pautas en la decoración de envases con bobinas de etiquetas envolventes. La máquina es un modelo rotativo con un conjunto de etiquetado de funcionamiento preciso. La Contiroll destaca por su eficiencia, precisión y velocidad.

Se hizo un cambio de pieza recipiente de pegamento el cual deposita el mismo a las etiquetas en la maquina etiquetadora marca Krones de la línea 96. Este mecanismo estuvo trabajando forzado desde hace tiempos, pero hasta este momento se pudo dar la oportunidad de el cambio de pieza. Tras hacer la bajada de la pieza, el eje cedió con facilidad, confirmando las sospechas de cambio de los técnicos. Se tuvo que utilizar fuerza externa para lograr sacar el cono sujetador del eje para lograr ajustar la nueva pieza en su posición. En la ilustración 34 se logran ver las piezas que cedieron y el cono.



Ilustración 35: Piezas que Cedieron y Cono de Etiquetadora

Fuente: Elaboración Propia

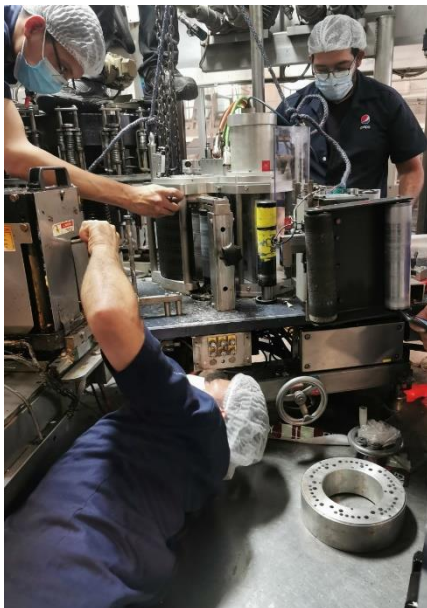


Ilustración 36: Nueva Pieza y Sujeción de Esta

Fuente: Elaboración Propia

En la ilustración 35 se logra ver el proceso por el cual tuvieron que pasar los técnicos para la apropiada sujeción de la nueva pieza. A su vez, se puede visualizar la nueva pieza que van a ingresar al sistema. Al comprar dichas piezas, se le asigna un código interno de la empresa para lograr una búsqueda más fácil en el inventario de esta para lograr acceder a las pizas de una manera más rápida.

4.5.2 CAMBIO PIEZAS BOMBA DE AGUA CARBONATADO



Ilustración 37: Cambio de Balineras y Sellos en Bomba

Fuente: Elaboración Propia

Mantenimiento en los motores y bombas se dan cada vez que sea necesario y que se pueda dar la oportunidad. Se han hecho mantenimiento en los motores de línea en ocasiones que hay paro o cambio de producto. En este caso se hizo mantenimiento a una bomba helicoidal de tornillo doble en el área de carbonatado ya que se notificó de un sonido chocante que proporcionaba. Se aprovecho al saneamiento de 3 pasos de la línea para cambiar los sellos y las balineras de la bomba.

4.5.3 REVISIÓN DE NIVELES DE BOTELLAS



Ilustración 38: Panel Krones de Llenadoras

Fuente: Elaboración Propia

Los técnicos eléctricos están encargados de mantener un nivel apropiado de llenado de las botellas. Estos niveles varían dependiendo de la botella que se utiliza y el nivel de carbonatado que se está manejando. Cada vez que se hace un cambio de receta o producto, los eléctricos deben estar al pendiente para hacer las modificaciones necesarias en la pantalla para lograr mantener los valores de llenado asegurados. Esto con el fin de prevenir el retiro de botellas por la cámara que revisa los niveles de llenado de cada botella.

4.5.4 LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN DE EQUIPOS DE PLANTA

En todo campo laboral, mantener un registro detallado de los dispositivos que se utilizan en una empresa es de vital importancia para llevar un control de lo que se está utilizando. Estos levantamientos se hacen con el propósito de mantener un listado de los dispositivos que utiliza la máquina, un control de los repuestos que hay en bodega y ultimas actualizaciones que se han hecho en los paneles. Con el tiempo, los detalles de las maquinas pueden llegar a borrarse o deteriorarse, como es el caso en las placas de los motores. Es por esto por lo que es importante tener un respaldo digital, como se mira en la ilustración 38, detallando los módulos que se utilizan en los paneles eléctricos. Con esta información, luego de dar a conocer un fallo en uno de los dispositivos, se puede agilizar el proceso de compra de dicho elemento. Elementos como PLC, módulos de entradas y salidas, pantallas, fuentes de alimentación, entre otros.

| | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N |
|----|-------------------------------------|-----------------|----------------|------------|----------|---------------------|--------------------|--|-------------------|-----------------------|-----------------------|-------------|---|-----------|
| 1 | INFORMACION DE LINEA CAMPANA | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | Equipo | Marca de Equipo | No. de Maquina | Procesador | Tipo | Modelo | Cantidad instalada | Respaldo Electronico co use piso | Respaldo Papel | Diagrama Electrico | Respaldo, Pantalla | Ultima Aot. | | |
| 4 | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | Llenadora | COMAC | XXXX | SIEMENS | ET 200SP | 6ES7510-1DJ01-0AB0 | 1 | | | | | | | 1/12/2020 |
| 6 | SITOP PSU300S | | | | | 6EP1436-2BA10 | 1 | | | | | | | 1/12/2020 |
| 7 | CM | | | | | 6ES7137-6BD00-0BA0 | 1 | | | | | | | 1/12/2020 |
| 8 | AI | | | | | 6ES7134-6GD01-0BA1 | 1 | | | | | | | 1/12/2020 |
| 9 | AI | | | | | 6ES7134-6JD00-0CA1 | 1 | | | | | | | 1/12/2020 |
| 10 | AQ | | | | | 6ES7135-6HD00-0BA1 | 1 | | | | | | | 1/12/2020 |
| 11 | DI | | | | | 6ES7131-6BH01-0BA0 | 4 | | | | | | | 1/12/2020 |
| 12 | DQ | | | | | 6ES7132-6BH01-0BA0 | 3 | | | | | | | 1/12/2020 |
| 13 | | | | | | | | | | | | | | |
| 14 | Linea Transporte | COMAC | XXXX | SIEMENS | S7-1500 | 6ES7 515-2AM01-0AB0 | 1 | | | | | | | 1/12/2020 |
| 15 | Pantalla | | | SIEMENS | | 6AV2 124-0MC01-0AX0 | 1 | | | | | | | 1/12/2020 |
| 16 | SITOP PSU300S | | | | | 6EP1434-2BA20 | 1 | | | | | | | 1/12/2020 |
| 17 | AI | | | | | 531-7QD00-0AB0 | 1 | | | | | | | 1/12/2020 |
| 18 | AQ | | | | | 6ES7 532-5HD00-0AB0 | 1 | | | | | | | 1/12/2020 |
| 19 | DI | | | | | S21-1BL10-0AA0 | 2 | | | | | | | 1/12/2020 |
| 20 | DQ | | | | | S22-1BL-0AA0 | 1 | | | | | | | 1/12/2020 |
| 21 | | | | | | | | | | | | | | |
| 22 | Pasteurizador | COROSYS | XXXX | SIEMENS | S7-1500 | 6ES7 516-3AN01-0AB0 | 1 | | | | | | | 1/12/2020 |
| 23 | | | | SIEMENS | ET200SP | 6ES7155-6AU01-0BN0 | 1 | | | | | | | 1/12/2020 |
| 24 | Pantalla | | | SIEMENS | | 6AV2 124-0MC01-0AX0 | 1 | | | | | | | 1/12/2020 |
| 25 | DI | | | | | 6ES7131-6BF01-0BA0 | 15 | | | | | | | 1/12/2020 |
| 26 | AI | | | | | 6ES7134-6GD01-0BA1 | 6 | | | | | | | 1/12/2020 |
| 27 | DQ | | | | | 6ES7132-6BF01-0BA0 | 1 | | | | | | | 1/12/2020 |
| 28 | AQ | | | | | 6ES7135-6HD000BA1 | 3 | | | | | | | 1/12/2020 |
| 29 | | | | | | | | | | | | | | |

Ilustración 39: Cuadro de Datos Para Paneles de Área: La20

Fuente: Elaboración Propia

4.5.5 REESTRUCTURACIÓN DE ENVOLVEDOR LÍNEA 80

Hay tres sistemas de embalaje que utilizan un brazo robótico de modelo Robopack, como se mencionó anteriormente, que envuelven las tarimas de refrescos para ser llevados a bodega. El más nuevo envuelve las tarimas en la línea de lata, el que le sigue envuelve en la línea 96 y el tercero está en la línea 80. La línea 80 consta de dos llenadoras y es la línea que más produce productos embotellados en esta empresa. Es por esto por lo que, aparte del Robopack, hay tres embaladoras más para envolver las tarimas. Las tres embaladoras son de diferentes marcas, pero utilizan el mismo mecanismo el cual consta de una tornamesa rotatoria y un rodillo con motor el cual se encarga de embalar la tarima. En la ilustración 39 se puede ver la embaladora donde se trabajó debido a unos problemas que presentaba.



Ilustración 40: Envolvedor de Tarima Para Línea 80

Fuente: Elaboración Propia

Problemas Que Presentaba la Maquina

- Tras poner la maquina en marcha y observar que el variador enviaba la señal al motor para dar inicio, la tornamesa no giraba. Es por esto por lo que el operario debía empujar la tarima para lograr darle el torque faltante al motor para lograr comenzar a girar por sí mismo.
- En el panel de control se encuentra un selector el cual permite a la máquina pasar de automático a manual según el proceso que requiere el operario. El desperfecto que se

dio a conocer fue que, tras pasar de modo automático a manual, el PLC se reiniciaba automáticamente y los variadores se iban a falla.

- Otro selector de tres posiciones permite el movimiento hacia arriba y hacia abajo del embalador. Luego de poner la máquina en modalidad manual, la tornamesa comenzaba a girar automáticamente, pero ninguna acción de movimiento vertical sucedía tras mover el selector de arriba o abajo.

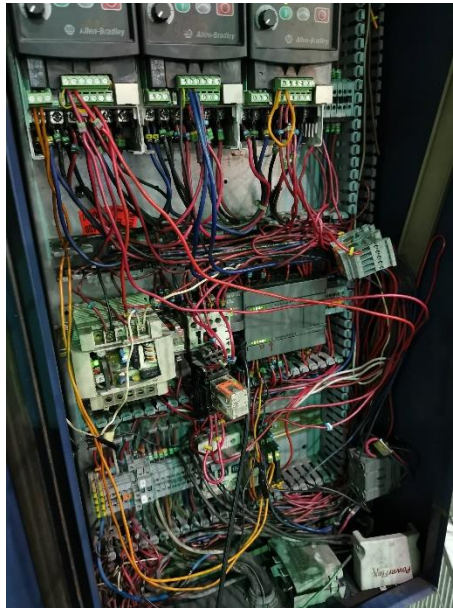


Ilustración 41: Panel Eléctrico del Envolvedor de la Línea 80

Fuente: Elaboración Propia

En la ilustración 40 se muestran las conexiones en el panel eléctrico que se encontraron de este sistema que utiliza un PLC Siemens s7 200. Tras la apertura del panel, se logró visualizar a primera vista la adición de controles de mando que se habían integrado al sistema. Se hicieron conexiones de unos relés extra para el control de los variadores del programa. Este mecanismo lleva muchos años en la empresa, por lo cual no se pudo encontrar un respaldo de la programación. Se hizo una descarga directamente del PLC a un programa nuevo utilizando WinCC, lo que significó trabajar sin los comentarios previamente escritos como se ve en la ilustración 41 y navegar el programa solo con las señales recibidas en línea. Luego de ver el funcionamiento de la programación y las conexiones hechas en el panel, se concluyó que se quisieron solucionar problemas del embalador utilizando solamente conexiones de mando. Esto como consecuencia creó conflictos de señales en el PLC, haciendo que este se reiniciara repentinamente.

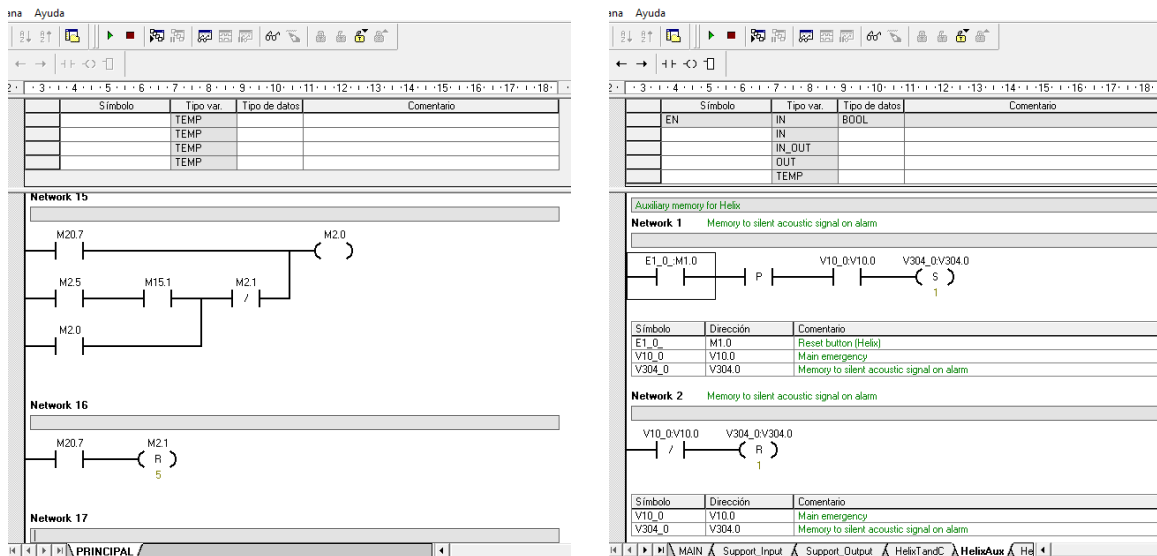


Ilustración 42: Comparación de Programas Con y Sin Comentarios

Se logró identificar las señales y los niveles de programación los cuales activaban los procesos de embalaje del sistema. A su vez, se extrajeron los circuitos de mando que se habían integrado en el sistema que se volvían innecesarios tras hacer los cambios pertinentes en la programación. Se logró resolver y ajustar las señales que interferían con el PLC y modificar el programa para su correcto funcionamiento cuando este se encuentra en estado manual. En la ilustración 42 se logra ver el desmontaje de la tornamesa a la cual se le dio mantenimiento para resolver el arranque de esta cuando la tarima se posiciona encima de esta.



Ilustración 43: Sección Interna de Tarima Rotatoria del Envolvedor Línea 80

Fuente: Elaboración Propia

Luego de poner en marcha el envolvedor y hacer las pruebas respectivas para asegurar el correcto funcionamiento de su proceso, se procedió a hacer un arreglo del cableado en el panel de control. Se eliminaron los dispositivos que se habían adjuntado al panel para solucionar problemas de señales las cuales se corrigieron mediante ajustes en la programación. Se identificaron las señales y se corrigieron los tipos del cableado para mantener un estándar de colores para una mejor visualización y seguimiento de las señales. En la ilustración 43 se logra ver el resultado del panel luego de haber hecho los cambios correspondientes para obtener un ordenamiento adecuado del sistema de control.

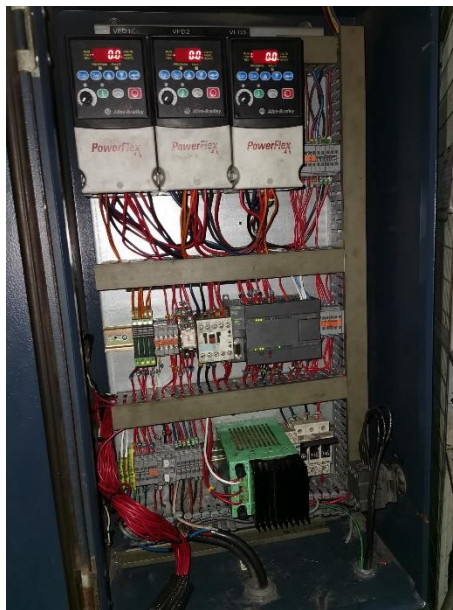


Ilustración 44: Panel de Control Organizado

Fuente: Elaboración Propia

En máquinas que llevan muchos años en funcionamiento, utilizan PLC no tan modernos. En este caso como se dijo anteriormente, el envolvedor utiliza un PLC Siemens S7 200. Para poder obtener una base de datos de los comentarios utilizados en la programación de este, se debe tener el respaldo original para lograr trabajar sobre el mismo. Al no tener el programa original respaldado, se tuvo que trabajar sobre una programación sin comentarios. Es por esta razón que se consideró crear una nueva programación que tuviera el mismo funcionamiento y con los comentarios detallados en su lógica. Con el propósito de ayudar y agilizar a algún cambio que se quisiera hacer en un futuro. En la ilustración 44 se logra ver el programa en escalera y su simulación. Este se fue entregado a los técnicos para que lo probasen y hicieran los cambios pertinentes de ser necesario.

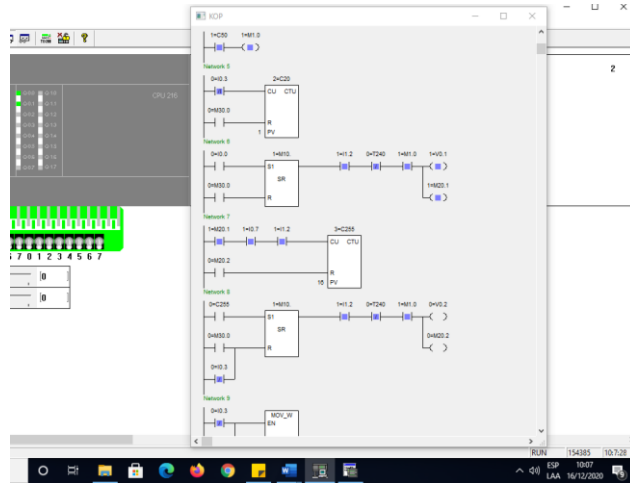


Ilustración 45: Simulación de Proceso en Micro/WIN con Comentarios

Fuente: Elaboración Propia

4.6 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

A continuación, se presentan las actividades desarrolladas durante la práctica profesional:

Tabla 5: Cronograma de Actividades

| | Actividades | Semanas | | | | | | | | | |
|----|---|--------------|--------------|--------------|------------|-------------|--------------|--------------|-------------|-------------|--------------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| | | 12-16 oct | 19-23 oct | 26-30 oct | 2-6 nov | 9-13 nov | 16-20 nov | 23-27 nov | 30-4 dic | 7-11 dic | 14-18 Dic |
| 1 | Recorrido por la planta | | | | | | | | | | |
| 2 | Charla Introductoria | | | | | | | | | | |
| 3 | Reconocimiento del Área Miteko | | | | | | | | | | |
| 4 | Reconocimiento del Área de Mantenimiento Industrial | | | | | | | | | | |
| 5 | Reconocimiento del Área de Soplado | | | | | | | | | | |
| 6 | Proyecto de Grúa | | | | | | | | | | |
| 7 | Proyecto Robopac | | | | | | | | | | |
| 8 | Levantamiento de Información de Equipos | | | | | | | | | | |
| 9 | Reestructuración de Envolvedor Línea 80 | | | | | | | | | | |
| 10 | Supervisión de Mantenimientos Diarios | | | | | | | | | | |

V CONCLUSIONES

5.1.1 CONCLUSIÓN GENERAL

- Una constante supervisión de las tareas diarias de los técnicos es de suma importancia para el correcto cumplimiento de estas. Esto con la finalidad de evitar paros innecesarios en las líneas de producción. Al haber un número limitado de técnicos eléctricos por turno, su correcto posicionamiento y atención a diversas fallas es de especial atención.

5.1.2 CONCLUSIONES ESPECIFICAS

- Una organización de las áreas y tiempos de revisión de las maquinas hace de una pronta respuesta a la atención de las fallas que lograsen producirse. Así mismo, un constante monitoreo de maquinarias como la Omnivision y etiquetadores para mantener un flujo constante del producto, evitando que la línea se detenga.
- Se logro un acondicionamiento exitoso en la integración del nuevo panel de control para el movimiento norte/sur del polipasto en el área el cocimiento. Así mismo, se lograron colocar nuevos dispositivos tales como el final de carrera con el panel de control para el correcto bloqueo de las señales y evitar accidentes. A su vez, se lograron identificar las señales para lograr controlar el nuevo panel mediante señales de radio frecuencia.
- Se logro con éxito la integración del nuevo sistema en el Robopac de la línea 96 para el embalaje de las tarimas. Este sistema a reducida en gran cantidad las fallas que se suscitaban con anterioridad. Debido a los acontecimientos del país, el número de operarios ha bajado considerablemente, aumentando las tareas del resto. Una completa autonomía del robot da cabida a que los operarios puedan aprovechar el tiempo para encargarse de otras tareas.

VI RECOMENDACIONES

- Ampliar la enseñanza en el área de Redes Industriales, incluso la posibilidad de tener un taller o clase electiva aparte. UNITEC cuenta con una buena cantidad de PLC Siemens, tanto s7 1200 en los cuales los estudiantes pueden hacer sus prácticas y emplear sus conocimientos. Pero, en el campo, se utiliza una variedad de softwares al igual que controladores de otras marcas como Allen Bradley y Schneider por mencionar los más comerciales. Cada uno utilizando diferentes tipos de comunicación las cuales serían muy útiles de practicar a nivel más a fondo.
- Modificar los laboratorios tanto de circuitos, electrónica como de motores y transformadores. No todos los estudiantes vienen de colegios técnicos, esto causa una falta de experiencia en esa área. La teoría ayuda a conocer los conceptos básicos de los componentes mecánicos como eléctricos. Sin embargo, la enseñanza practica es fundamental para poder obtener ese porcentaje faltante para terminar de comprender el funcionamiento de los dispositivos a utilizar. Esto con el fin de perder el miedo a comprar un dispositivo para practicar sin pensar que se puede dañar.
- Organizar talleres cortos entrando al último año de la carrera para formales una idea a los estudiantes de lo que se tratan las clases de proyecto fase I y II. Esto con el fin de prepararlos mentalmente y así poder darles más tiempo para lograr pensar en una idea propia que puedan investigar. Esto podría ayudar a fomentar la curiosidad y el deseo de crear algo nuevo de las nuevas generaciones de mecatrónica.

VII BIBLIOGRAFÍA

- Atanassov, K., & Sotirov, S. (2020). Generalized Nets as Tools for Modelling of the Neural Networks. *2020 IEEE 10th International Conference on Intelligent Systems (IS)*, 521–525. <https://doi.org/10.1109/IS48319.2020.9199965>
- Balcells, J., & Romeral, J. L. (2003). *Autómatas programables*. Marcombo-Boixareu.
- Bassi, L. (2017). Industry 4.0: Hope, hype or revolution? *2017 IEEE 3rd International Forum on Research and Technologies for Society and Industry (RTSI)*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/RTSI.2017.8065927>
- Chen Juexiao, Gu Minjie, Luo Feng, & Sun Zechang. (2009). EMC comparison of unshielded twisted pair and shielded twist pair in automotive CAN-bus. *2009 IEEE Intelligent Vehicles Symposium*, 1063–1066. <https://doi.org/10.1109/IVS.2009.5164428>
- Dadenkov, S. A., Kamenskikh, A. N., & Kon, E. L. (2017). Algorithm for design fieldbus infrastructure of DCS design of fieldbus-network. *2017 XX IEEE International Conference on Soft Computing and Measurements (SCM)*, 213–216. <https://doi.org/10.1109/SCM.2017.7970541>
- de Oliveira, A. S., & de Junior, J. J. L. (2004). Optimización De Posicionamiento De Sensores Y Actuadores Piezoeléctricos En Una Placa Totalmente Libre a Través Del Análisis De Valores Singulares. *Revista Iberoamericana de Ingeniería Mecánica; Madrid*, 8(3), 25–32.
- Dreps, D. (2015). How Server Designs Will Change as Interface Bandwidth Demands Continue to Increase. *Optical Fiber Communication Conference*, M3H.2. <https://doi.org/10.1364/OFC.2015.M3H.2>

- Dzitac, P., & Mazid, A. M. (2013). A robotic palletiser control strategy redesign. *2013 IEEE 8th Conference on Industrial Electronics and Applications (ICIEA)*, 1712–1717. <https://doi.org/10.1109/ICIEA.2013.6566644>
- Emsula. (2020). *Nosotros—EmsulaEmsula*. <http://emsula.hn/home/nosotros/>
- Fengyan, N., Gang, W., & Chao, Y. (2008). Application of Self-Adaptive Fuzzy Control in the MDJ Palletizer. *2008 International Conference on Intelligent Computation Technology and Automation (ICICTA)*, 859–863. <https://doi.org/10.1109/ICICTA.2008.393>
- Hooper, E. (2006). Intelligent Communication Systems and Network Protocols in Infrastructures. *2006 International Symposium on Intelligent Signal Processing and Communications*, 768–771. <https://doi.org/10.1109/ISPACS.2006.364763>
- Jiandong Zuo, & Zhongkai Chen. (2011). Freeport communication protocol for S7-200 Programmable Controllers. *2011 Second International Conference on Mechanic Automation and Control Engineering*, 314–316. <https://doi.org/10.1109/MACE.2011.5986921>
- Kim, H.-S., Min, J.-K., & Song, J.-B. (2014). Multi-DOF counterbalance mechanism for low-cost, safe and easy-usable robot arm. *2014 11th International Conference on Ubiquitous Robots and Ambient Intelligence (URAI)*, 185–188. <https://doi.org/10.1109/URAI.2014.7057527>
- Kim, J.-I., Lee, S.-J., Lee, S.-H., Kim, J.-H., & Hur, W.-H. (2019). Test Framework for Communication Protocol Stack Software. *2019 IEEE 24th International Workshop on Computer Aided Modeling and Design of Communication Links and Networks (CAMAD)*, 1–4. <https://doi.org/10.1109/CAMAD.2019.8858495>

- KRONES. (2020). *Contiroll: Para el etiquetado envolvente con bobina de etiquetas - Kroner*.
<https://www.krones.com/es/productos/maquinas/etiquetado-envolvente-con-etiquetas-desde-la-bobina.php>
- Lange, C., & Ahrens, A. (2005). Channel Capacity of Twisted Wire Pairs in Multi-Pair Symmetric Copper Cables. *2005 5th International Conference on Information Communications & Signal Processing*, 1062–1066. <https://doi.org/10.1109/ICICS.2005.1689215>
- Linarez González, V., & ProQuest. (2015). *Diagnosis de averías y mantenimiento correctivo de sistemas de automatización industrial. ELEM0311*. IC Editorial.
- Mandado, E. (2011). *Autómatas programables y sistemas de automatización*. Marcombo.
- Morales, F., Haro, G., Escalona, M., & Toasa, R. M. (2020). Sistema de control y monitoreo bajo los protocolos Ethernet y Modbus RTU en el control de sistemas de cintas transportadoras para línea embotelladora de bebidas. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Informação; Lousada, E27*, 636–649.
- Murway, P.-S., & Groza, B. (2018). A brief look at the security of DeviceNet communication in industrial control systems. *Proceedings of the Central European Cybersecurity Conference 2018 on - CECC 2018*, 1–6. <https://doi.org/10.1145/3277570.3277575>
- Nair, V., Jena, S., & Kuvawala, Y. (2018). Configuration optimization of network topology by introducing parallel topology to enhance data communication for the network. *2018 International Conference on Smart City and Emerging Technology (ICSCET)*, 1–4. <https://doi.org/10.1109/ICSCET.2018.8537288>
- Newstex. (2019). *Watchlist News: Reviewing Embotelladora Andina SA ADR Series B (AKO.B) and Embotelladora Andina SA ADR Series A (AKO.A) - ProQuest*.

<https://search.proquest.com/docview/2170911655/67EEC9C3987742ECPQ/2?accountid=35325>

Oliva Alonso, N., & Alonso Castro Gil, M. (2013). *Redes de comunicaciones industriales*.

<http://public.ebookcentral.proquest.com/choice/publicfullrecord.aspx?p=3216642>

Palacios, Á. (2009). Electrónica y programación, una relación que no salta a la vista. *Revista*

Inventum; *Bogota*, 4(6), 10–15.

<http://dx.doi.org/10.26620/uniminuto.inventum.4.6.2009.10-15>

Papoutsidakis, M., Srivastava, A., & Chowdhary, S. (2019). Displacement Sensors for Linear

Electrical, Hydraulic and Pneumatic Actuators. *2019 Amity International Conference on*

Artificial Intelligence (AICAI), 269–273. <https://doi.org/10.1109/AICAI.2019.8701227>

Pei-xian, C., Yi-ling, M., Gui-ping, Z., Qiang, G., Huan-huan, L., Hong-hao, Z., Fan-bo, M., Li-na,

F., & Yue-yue, L. (2017). The design of multi-interface protocol adaptive conversion

distribution network communication device based on wireless communication

technology. *2017 IEEE Conference on Energy Internet and Energy System Integration*

(EI2), 1–4. <https://doi.org/10.1109/EI2.2017.8245222>

Robopac. (2020). *Máquinas para Film Estirable, para Film Termorretráctil, Máquinas*

Precintadoras y Formadoras de Cajas—Robopac. <http://www.robopac.com/ES/>

Shiibashi, A., Mizoguchi, N., & Mori, K. (2006). High-speed Processing in Wired-and-Wireless

Integrated Autonomous Decentralized System and Its Application to IC Card Ticket

System. *Third IEEE International Workshop on Engineering of Autonomic & Autonomous*

Systems (EASE'06), 19–24. <https://doi.org/10.1109/EASE.2006.9>

Tandel, M., Joshi, U., Golhani, A., Tandel, M., Joshi, U., & Golhani, A. (2017). Scripting engine for SCADA HMI. *2017 2nd International Conference for Convergence in Technology (I2CT)*, 492–496. <https://doi.org/10.1109/I2CT.2017.8226178>

Zhiyong, W., Guangqi, C., Meng, M. H., & Cai, L. (2009). A unified framework for multilingual text-to-speech synthesis with SSML specification as interface. *Tsinghua Science and Technology*, 14(5), 623–630. [https://doi.org/10.1016/S1007-0214\(09\)70127-0](https://doi.org/10.1016/S1007-0214(09)70127-0)

Zuckett, T., & Gramlich, G. (2017). Using AODD in soda production. *World Pumps*, 2017(9), 22–24. [https://doi.org/10.1016/S0262-1762\(17\)30294-8](https://doi.org/10.1016/S0262-1762(17)30294-8)