



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA
FACULTAD DE INGENIERÍA MECATRÓNICA

INFORME PRÁCTICA PROFESIONAL
CARACOL KNITS S.A DE C.V

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO:
INGENIERO EN MECATRÓNICA

PRESENTADO POR:
21451083 WOLFGANG HANZ RODAS DÍAZ

ASESOR:
ING. ALBERTO CARRASCO

CAMPUS: SAN PEDRO SULA, HONDURAS

Resumen Ejecutivo

Esta tesis detalló todo lo realizado en la práctica profesional del programa de ingeniería en mecatrónica. En donde se presentó lo ejecutado en función de lo aprendido dentro de la carrera universitaria. También se buscó aplicar cada conocimiento adquirido en el ámbito profesional y real.

Muchos de los trabajos realizados dentro de la empresa son enfocados en la programación de PLCs. En el área de automatización se busca la realización de proyectos y planificación de proyectos para mejorar la eficiencia de procesos dentro de la industria. También se busca la planeación de presupuesto de conversiones de máquinas antiguas a sistemas más actualizados y con esto tener la escalabilidad de mejoras y evitar la discontinuación de repuestos o piezas por antigüedad.

Al realizar el levantamiento de máquinas antiguas con partes más modernas, realizando antes el análisis necesario para no alterar el funcionamiento de estas máquinas, se realizaron los proyectos asignados. El enfoque, dentro de estos análisis y la aplicación de proyectos para mejorar procesos, se logra no solo con la aplicación de conocimientos electrónicos. La aplicación de mecánica es de suma importancia también, como lo son los sistemas neumáticos.

De esta manera, con el conocimiento adquirido en la carrera, se completó la realización de los proyectos asignados, como el levantamiento de máquinas de costura con repuestos más modernos y la optimización de apilador, y las actividades a realizar dentro de los puestos de mantenimiento o supervisor de mantenimiento en diferentes áreas de la empresa. Como lo fue en las áreas de acabado, corte y costura.

Palabras clave: Compactación de tela, teñido, fieltro, mantenimiento preventivo.

Índice de contenido

Resumen Ejecutivo	2
Glosario	8
I. INTRODUCCIÓN	11
II. GENERALIDADES DE LA EMPRESA	13
2.1 Descripción de la empresa	13
2.1.1. Propósitos de la empresa	13
2.1.1. Misión	14
2.1.2. Visión	14
2.1.3 Caracol Knits	14
2.2 Descripción del departamento.....	15
2.3 Objetivos del puesto	16
2.3.1 Objetivo general	16
2.3.2 Objetivos específicos	16
III. MARCO TEORICO.....	17
3.1 Industria textil	17
3.2 Mantenimiento	18
3.3 Automatización.....	20
3.3.1 Paneles eléctricos	22
3.3.2 Sensores Industriales	24
3.3.3 Sistemas de control neumático	25
3.4 Procesos automatizados de la industria textil.....	27
3.4.1 Acabado.....	27
3.4.2 Corte y Costura	28
3.4.3 Teñido.....	30
IV. DESARROLLO	32
4.1 Trabajo realizado	32
4.1.1 Semana 1	32

4.1.2 Semana 2	35
4.1.3 Semana 3	37
4.1.5 Semana 5	40
4.1.6 Semana 6	43
4.1.7 Semana 7	45
4.1.8 Semana 8	45
4.1.9 Semana 9	46
4.1.10 Semana 10	48
V. Conclusiones	52
VI. Recomendaciones	53
Bibliografía	54

Tabla de ilustraciones

Ilustración 1: Logo de la empresa.....	15
Ilustración 2: Maquina de costura	29
Ilustración 3: Tanques de suavizante.....	33
Ilustración 4: Sensor ultrasónico	34
Ilustración 5: PLC vipa M13c	34
Ilustración 6: Secadora industrial	35
Ilustración 7: Panel de maquina automatizada	36
Ilustración 8: Cambio de giro de motor trifásico.....	36
Ilustración 9: Levantamiento de máquina de costura	37
Ilustración 10: Sistema de control de tanques ya existente	38
Ilustración 11: Válvulas de plano inclinado y accionamiento neumático	39
Ilustración 12: Panel de control neumático.	39
Ilustración 13: Válvula 5/3 adquirida.	40
Ilustración 14: Montaje de electroválvula.	41
Ilustración 15: Conexiones de proyecto	41
Ilustración 16: Código simulado en el teléfono.....	42
Ilustración 17: Código subido al PLC.	42
Ilustración 18: Proyecto en funcionamiento.....	43

Ilustración 19: Pistón que sostiene la bolsa	44
Ilustración 20: Automatización de tanques de suavizante.....	44
Ilustración 21: Manual de mantenimiento de la compactadora.....	45
Ilustración 22: Celdas de carga de máquina compactadora.....	46
Ilustración 23: Pruebas con tela de máquina compactadora.....	47
Ilustración 24: Reporte de fugas neumáticas.....	48
Ilustración 25: Reporte de horómetros.....	49
Ilustración 26: Horómetro físico.....	50

Glosario

INDUSTRIA TEXTIL: LA INDUSTRIA TEXTIL ES LA INDUSTRIA ENCARGADA DE LA FABRICACIÓN DE TELAS COMO MATERIA PRIMA Y ESTA MISMA MEDIANTE LOS PROCESOS DE TEJIDO, TEÑIDO, SECADO Y COMPACTADO.

AUTOMATIZACIÓN: LA AUTOMATIZACIÓN BUSCA REALIZAR LOS PROCESOS INDUSTRIALES DE MANERA AUTÓNOMA SIN LA INTERVENCIÓN DE PERSONAL. CON LA AYUDA DE PROCESOS DE CONTROL EN LOS QUE SE DICTAN PARÁMETROS A SEGUIR.

SENSORES INDUSTRIALES: LOS SENSORES MIDEN PARÁMETROS FÍSICOS Y ESTOS SON CONVERTIDOS A SEÑALES ELÉCTRICAS MEDIANTE TRANSDUCTORES. ESTAS SEÑALES ELÉCTRICAS SON LEÍDAS POR LAS UNIDADES DE CONTROL COMO LOS PLCs.

PLC: EN CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE ES UNA COMPUTADORA UTILIZADA EN LA AUTOMATIZACIÓN. ESTA CONTROLA LOS PROCESOS MEDIANTE LECTURA DE SENSORES Y EL SEGUIMIENTO DE UN PROGRAMA QUE SIGUE LOS PARÁMETROS REALIZADOS POR LOS INGENIEROS Y ASÍ REALIZAR LAS TAREAS DE AUTOMATIZACIÓN.

HILANDERÍA: ETAPA DE TRATAMIENTO DE LAS FIBRAS Y OBTENCIÓN DE LOS HILOS BÁSICOS PARA LA MANUFACTURA DE LAS TELAS.

TEÑIDO: APLICACIÓN DE COLOR A LAS PRENDAS MEDIANTE UN QUÍMICO Y UNA SOLUCIÓN, LA CUAL SUELE SER AGUA.

TEJEDURÍA: EL PROCESO DE FABRICACIÓN DE TELAS TEJIENDO HILOS DE FIBRA.

I. INTRODUCCIÓN

El siguiente trabajo presenta las actividades ejecutadas para la práctica profesional de la carrera Ingeniería en Mecatrónica en la planta de Coral Knits perteneciente a Caracol Knits, se completaran así 400 horas y 10 semanas de desarrollo. La planta está ubicada en el municipio de potrerrillos, departamento de Cortes. Esta es una empresa textil. Se encarga de la fabricación de materia prima para la realización de camisas. En donde este proceso comienza con la sección de hilaza, en donde se almacenan los hilos que posteriormente entran a tejido, teñido, secado y compactación. Caracol extiende este proceso con un paso adicional en donde se agrega la sección de corte y costura donde se hacen las mangas y bolsas para las camisetas.

Dentro de la empresa se encuentran muchas máquinas y procesos automatizados donde la teoría adquirida en la carrera universitaria se pone en práctica. Cada proceso mencionado para la fabricación de la materia prima tiene una maquina específica para la tarea del área. Estas máquinas automatizan estos procesos y presentan los espacios y oportunidades para practicar los conocimientos de la carrera universitaria.

Caracol y Coral Knits buscan automatizar cada proceso para aumentar la eficiencia y optimizar los resultados de estos segmentos, donde se busca la relación de costo beneficio con cada proyecto realizado.

Algunos de los valores en práctica de la empresa son: Involucramiento, donde tenemos se hace énfasis en el respeto por la gente y las personas son presentadas como el más valioso capital de la empresa, confianza, liderazgo, pasión, donde se crea un compromiso con la excelencia en el trabajo y se alcanzan los objetivos, y ejecución.

En este documento se revisará todo lo realizado en la práctica profesional desglosado por semana. Se hablará de las generalidades de la empresa y se proporcionara información general de la empresa, sobre su misión y visión, así como lo que se hace dentro de la misma. Dentro de los trabajos realizados se mencionará todo lo relacionado con la carrera de ingeniería en mecatrónica, en el área de acabado de Coral y el área de corte y costura de Caracol Knits. Entre estos trabajos, se utilizan mucho los PLCs y otras herramientas dentro de los procesos automatizados que se revisarán a detalle en los segmentos posteriores del

presente documento. Así mismo, se cerrará con conclusiones y recomendaciones adquiridas en el proceso de las 10 semanas de práctica profesional.

II. GENERALIDADES DE LA EMPRESA

En el Capítulo II, se muestran las generalidades de la empresa donde se realizó la práctica profesional de la carrera ingeniería en mecatrónica. Así como algunos de sus objetivos y misión y visión de esta misma.

2.1 Descripción de la empresa

Caracol Knits es una textilera de origen hondureño, esta está en operación desde el año 2001. A lo largo de estos 20 años pasados, la empresa se ha convertido en una de las textileras más importantes del país. Generando múltiples empleos. Consta de un total de 5000 empleados aproximadamente. Caracol Knits está representada por Caracol y Coral Knits. También consta de una planta generadora de energía mediante biomasa. Coral y Caracol, ambas concentran sus actividades en la fabricación de telas. Sin embargo Coral Knits no consta del departamento de corte y costura como Caracol Knits.

Su mayor comprador es la empresa Fruit Of The Loom, la cual liquida un 81% de todas las ventas realizadas por la empresa. Esto crea un ingreso total de toda el área textil de unos 45 millones de dólares cada año.

La planta de biomasa genera un 40% de toda la energía utilizada en la planta textil. También parte de la energía generada es vendida al gobierno del país para distribuir en la nación.

2.1.1. Propósitos de la empresa

Involucramiento: respeto por la gente. Nuestra gente es el más valioso capital. Por lo que promovemos la autoestima en cada uno de nuestros asociados y nos apropiamos de los objetivos de la compañía y sus alcances.

Confianza: Nunca comprometemos la verdad, los hechos o nuestra palabra.

Liderazgo: nos gusta fomentar un ambiente para el éxito.

Pasión: Tenemos un alto compromiso con la excelencia, disfrutamos de nuestro trabajo y buscamos la mejora continua en todo lo que hacemos.

Ejecución: Estamos orientados a la acción y nunca permitimos que el éxito sea limitado por el esfuerzo.

2.1.1. Misión

La misión de la empresa es convertirse en líder mundial de la industria textil y sus servicios relacionados, por medio de crear valor agregado para sus clientes, formando y manteniendo relaciones y alianzas de largo plazo con sus proveedores, atrayendo e integrando en equipos de alto desempeño a la mejor gente que puedan contratar dentro de una estructura organizacional plana, proveyendo productos y servicios de alta calidad bajos costos, cumpliendo sus metas financieras y de rentabilidad.

2.1.2. Visión

Habremos logrado nuestros objetivos cuando nuestros clientes nos recomienden con otros, cuando la calidad de nuestros productos y servicios sea reconocida como la mejor en comparación con la de nuestros competidores, cuando seamos reconocidos por el mercado por ser un proveedor competitivo de productos y servicios, y cuando nuestros accionistas reciban un retorno sobre su inversión conforme a sus expectativas.

2.1.3 Caracol Knits

La empresa caracol Knits tiene el enfoque en el área textil y generación de energía. Dentro del área textil esta consta de los departamentos de tejido, teñido, acabado y corte y costura.

La empresa de Coral, perteneciente a Caracol, no goza del departamento de corte y costura. Siendo esta una de las diferencias entre estas empresas. Su mercado se basa en la venta a minoristas y a la venta a empresas americanas de ropa impresa. Entre algunas de las empresas de marcas de ropa a las que se les vende son Tommy Hilfiger, Nike, entre otras. También cabe mencionar que gran parte de su mercado textil está dirigido a Fruit Of The Loom.



Ilustración 1: Logo de la empresa

Fuente: Caracol Knits (2021)

En los departamentos del área textil, el proceso se da inicio en el tejido. Donde las hilazas son convertidas en telares mediante el proceso de tejido. Luego estas telas pasan por el proceso de teñido donde a las telas se les aplica un color según especificaciones del comprador. Una vez sale del proceso de teñido entra en acabado. Donde la tela llega mojada debido al proceso anterior. Esta pasa por unas máquinas que estiran la tela para disminuir su humedad y dejarlas un poco más secas y pasarlas por un suavizante que deja la textura de la tela con un mejor acabado. Luego de salir de las hidros, la materia prima es sometida a un horno para dejarla completamente seca y así finalizando el proceso en las compactadoras que le otorgan las tallas a los telares. Estas en especificación del cliente. Seguidamente llega al proceso de corte y costura donde se realizan las manguas y bolsas para las camisetas. Este proceso solo se encuentra en el área de Caracol y no en Coral Knits.

2.2 Descripción del departamento

El departamento de mantenimiento se encarga de realizar los chequeos y mantener las maquinas en funcionamiento para que la producción no pare. Debido a que estas máquinas trabajan 24/7, estas sufren de altos desgastes y requieren de un controlado mantenimiento preventivo para no llegar al mantenimiento correctivo. El personal de este departamento es liderado por un ingeniero que controla todo el mantenimiento de la empresa que este lidera a los ingenieros encargados del mantenimiento de las máquinas de ciertas áreas y estos ingenieros lideran numerosos técnicos que se encargan de realizar los mantenimientos. Este departamento también se encarga de implementar proyectos de mejora para ahorrar costos en producción y seguir al pie de la letra un presupuesto mensual para el mantenimiento y el seguimiento de nuevos proyectos.

2.3 Objetivos del puesto

Implementar los conocimientos adquiridos en la carrera universitaria de ingeniería en mecatrónica. En áreas de mecánica, electrónica y procesos de automatización. Servir para la mejora de implementación de proyectos realizados por los ingenieros en la empresa.

2.3.1 Objetivo general

Facilitar en lo más posible con los conocimientos adquiridos en la carrera y en paralelo a esto ampliar estos conocimientos con lo realizado en la práctica profesional.

2.3.2 Objetivos específicos

- Apoyar en la automatización de procesos de la empresa.
- Otorgar ayudas con la programación de PLCs en las áreas de Coral como Caracol.
- Aportar conocimiento e ideas para mejoras en producción.
- Documentar cada trabajo realizado en la práctica profesional.

III. MARCO TEORICO

El contenido que se abarco dentro de la realización de este documento y las actividades en la empresa textil requiere de algunos conceptos y su familiarización que estos fueron expuestos en este capítulo.

3.1 Industria textil

Caracol Knits es una empresa textil que esta se encarga de la fabricación de telas para la realización de prendas, las prendas son hechas por otras compañías que son clientes de caracol. La presente tesis debido a la naturaleza de la empresa de Caracol Knits, esta rodea el enfoque en la industria textil. Donde en el marco teórico se mencionaran aspectos importantes, de esta industria junto con diferentes y múltiples conceptos necesarios para completar la teoría dentro de este documento.

La industria textil a lo largo del mundo ha tenido un fuerte impacto en las economías de diferentes países, esta tiene una historia muy amplia y relativa en cada rincón del mundo. La globalización de la economía ha animado a muchas empresas a buscar mejorar su competitividad fabricando sus productos en países con mano de obra barata y luego venderlos en mercados donde pueden obtener el precio de venta más alto posible. La llegada de la industria manufacturera orientada a la exportación a las economías emergentes de América Latina ha impulsado enormemente la actividad manufacturera en estos países, generando empleo directo e ingresos a miles de personas de esas comunidades (Ocampo *et al.*, 2020).

Otro aspecto importante dentro de la industria textil es el ambiental. La producción de textiles es una de las más largas y más complicadas cadenas de valor entre los sectores manufactureros. Los industria textil y de la confección (T&A), incluida la agricultura, fibras químicas, producción de tejidos, industrias de la confección, comercio minorista, sectores de servicios y gestión de residuos. El textil y La industria de la confección (T&A) todavía juega un papel importante como sector manufacturero en la economía mundial. De acuerdo a las estadísticas comerciales de UN Comtrade, la industria mundial el comercio de textiles y prendas de vestir alcanzó los 0,94 billones de dólares en 2017. Sin embargo, todavía existen

algunos problemas con la industria textil y de la confección actual, como la falsificación, retirada de productos y cuestiones medioambientales. Los procesos consumen un alto volumen de energía, agua y productos químicos posteriormente, resultan en un gran impacto en el ambiente. La tendencia de la moda rápida puede traer potencial problemas y peligros ambientales en cada etapa del ciclo de vida del producto (Wang *et al.*, 2019).

Debido a lo mencionado, la generación de empleos gracias a esta industria tiene un impacto significativo en la economía del país. No es ajeno el caso de la empresa textil de la práctica realizada y de la que se especifica en los desarrollos de actividades de este documento. También con la creación de diversos empleos se busca crear un ambiente laboral sano, buscando el bienestar del empleado y mejorar su productividad. La calidad de vida laboral es de suma importancia en la industria textil.

La calidad de vida laboral también se refiere a lo favorable o desfavorable de un entorno laboral para personas. Es una fase genérica que cubre los sentimientos de la persona sobre todas las dimensiones del trabajo, incluida la económica, recompensas y beneficios, seguridad, condiciones de trabajo, organización y relación interpersonal y sus características tienen significado intrínseco en la vida de una persona. El propósito básico de la calidad de vida laboral es desarrollar un ambiente laboral que sea excelente tanto para las personas como para la producción. Apunta a más saludable, más satisfecho y más productivo empleados y una organización más eficiente, adaptable y rentable (Rathamani, 2013).

La calidad de vida laboral dentro de la empresa textil se ha cuidado. Para la empresa Caracol esto es de suma importancia, y esto junto con muchas más empresas textiles es de suma importancia. En áreas de alto riesgo donde se encuentran maquinas peligrosas para el humano esto se cuida mucho y se busca mantener el registro de cero accidentes. En áreas como de mantenimiento. Este es el siguiente punto a tocar del marco teórico.

3.2 Mantenimiento

El equipo de mantenimiento en la empresa busca prevenir y corregir problemas presentes en la industria textil, algunos de los restos que frecuenta este equipo son la falta de comprensión

y compromiso de la alta dirección; falta de apoyo y políticas gubernamentales; y la investigación y el desarrollo deficientes son las barreras impulsoras. Alto costo de implementación; miedo al fracaso; y los problemas de integración y compatibilidad fluidas son las barreras impulsadas (Majumdar *et al.*, 2021).

La eficiencia siempre es un requisito fundamental en el área de producción, donde la planificación agregada en este sector. Se vuelve una herramienta muy poderosa con alta capacidad en mediano y largo plazo. Esta otorga planes de producción con el propósito de lograr la demanda esperada, pero sin olvidar las limitaciones en la capacidad. Esto le da a la empresa una pauta sobre la eficiente producción y abastecimiento (Campo *et al.*, 2020).

El efecto de la eficacia y la eficiencia se han convertido en la clave para la competitividad de las empresas, y también pueden considerarse como los recursos clave para la empresa para tener el rendimiento superior global. Además, puede convertirse en la estrategia global clave enfoque que deben adoptar las empresas, ya que todavía hay empresas que consideran como un complemento de la estrategia de carrera (Kamili *et al.*, 2020).

Dentro de la industria en el área de mantenimiento de las máquinas en producción, este equipo busca la eficacia y la eficiencia. Realizando mejoras y buscando proyectos para ahorrar gastos innecesarios. De esta manera aumentando la eficiencia de producción. Los mantenimientos de las máquinas proporcionan estable trabajo de estas, sin embargo estos pueden corregir fallas causadas por numerosas variables que se buscan eliminar y de dicha manera aumentar la eficacia también

La industria textil es el pilar de la industria de muchos países. Su desarrollo impacta la estabilidad social y el desarrollo sostenible directamente. En la actualidad, las barreras no arancelarias que se centran en la calidad y la tecnología son uno de los mayores obstáculos en el comercio de materia textil. Los productos textiles de gama baja solo pueden ocupar una pequeña cuota del mercado. La industria textil se encuentra en una nueva etapa de cambio, aumento de cantidad a aumento de calidad. Para mejorar calidad textil, la innovación en tecnología debe tomarse y se debe mejorar el entorno de funcionamiento de la máquina (Yi *et al.*, 2010).

La manera en la que las industrias consiguen mejorar la eficiencia o eficacia de producción es mediante la automatización. En la industria textil existe mucho campo para mejora mediante automatización en estos procesos complejos. Donde los procesos en donde se busca la automatización son los de tejido, teñido, secado y compactación. La automatización es parte fundamental en estos procesos.

La automatización industrial ha progresado durante más de un siglo. Una fábrica o una planta industrial es tradicionalmente un lugar donde se fabrican las cosas, la materia prima evoluciona y se crea valor, pero la digitalización de la industria está transformando en algo mucho más: una colección de habilidades y sistemas que se vuelven más inteligentes con el tiempo, lo que permite empresas para innovar qué, cómo, quién y dónde se realiza la fabricación. Los sistemas de automatización, que normalmente funcionan con instrucciones definidas con precisión dentro de un alcance de operación limitado, ahora actuarán de forma autónoma en un contexto más complejo nivel, abarcando también lo que no se conoce ni se prevé. Esta La transición desbloqueará un mayor valor al mejorar la productividad y aumentando la eficiencia (Tavallaey & Ganz, 2019).

El reciente avance de la automatización de la industria es respaldado por el desarrollo continuo de la red industrial. Este crecimiento exponencial está impulsando la cuarta generación revolución industrial. Para cumplir con el requisito de esta, hay una evolución continua de la red industrial de Fieldbus a Ethernet que ha surgido una nueva oportunidad para integrar Técnica de redes definidas por software (Ahmed *et al.*, 2017).

Con esto se entra de lleno al segmento de automatización para analizar los puntos a mencionar para el entendimiento del desarrollo en la práctica profesional realizada en la industria textil. Donde se encuentran muchos parámetros de la automatización en cada proceso selecto.

3.3 Automatización

La automatización se realiza como ya habíamos mencionado mediante sistemas que detectan parámetros físicos y siguen instrucciones para realizar tareas en función de estos parámetros

físicos. Estas instrucciones vienen en programación de los sistemas o condiciones lógicas. La automatización busca la realización de tareas de manera automática y eficiente. Minimizando el personal requerido para la realización de tareas. Los dispositivos inteligentes con los que estas tareas se realizan son los PLCs.

Los sistemas de automatización que constan de PLC y HMI, o Los sistemas PLC y SCADA pueden ser confiables y económicos soluciones para monitorizar y controlar diferentes tipos de procesos industriales en diferentes industrias. Estas constan de un panel eléctrico donde se encuentran todas las conexiones al PLC junto con los circuitos necesarios para realizar estos proyectos de automatización (Butuza *et al.*, 2014).

El sistema de control de supervisión y adquisición de datos (SCADA) es un software industrial utilizado para monitorear y controlar procesos de forma remota, principalmente utilizados en servicios públicos e industria manufacturera para monitorear procesos, alarmas y eventos. El sistema SCADA típico consta de componentes como la interfaz hombre-máquina (HMI), Servidor SCADA, controlador, PLC y dispositivo de campo real que se monitorea (Tandel *et al.*, 2017).

El PLC es realmente un marco de microcontrolador industrial donde tiene hardware y programación particularmente ajustada a condiciones modernas. La consideración única debería dar a información y ceder, sobre la base de que en estos cuadrados que descubre la seguridad necesaria para desconectar un CPU obstruye los impactos dañinos que la condición moderna puede transmitir a una CPU por medio de líneas de información. Para programar la unidad suele ser en una PC utilizada para componer un programa. (regularmente en diagrama de escalera) (Khan *et al.*, 2019).

En el desarrollo de los sistemas de automatización modernos la flexibilidad es requerida, por ejemplo, responder a requisitos cambiantes, reutilizar partes de sistemas de automatización anteriores, y la necesidad de configurar los sistemas de automatización con respecto a los requisitos individuales del cliente, lleva a implementar un comportamiento funcional en los componentes de software en lugar de hardware. Aprendimos de los procesos de ingeniería de sistemas de automatización en nuestros socios del proyecto, que hay experiencia limitada en sistemas desarrollar y probar componentes de software. No obstante, las pruebas de software son un aspecto fundamental y deben abordarse correctamente (Winkler *et al.*, 2010).

Muchos de los proyectos realizados en la industria textil de automatización se consideran requisito fundamental la flexibilidad en la automatización. Esto tiene como ejemplo la facilidad de implementar una expansión en el proceso. Realizándola de manera fácil, mediante el software y hardware. De esta manera tener esa opción cotizada para poder hacer modificaciones respectivas en el funcionamiento del código que crea las instrucciones para el proceso.

3.3.1 Paneles eléctricos

Dentro del área de control en las maquinas automatizadas, se encuentra el panel eléctrico donde se puede observar las múltiples conexiones eléctricas para realizar el proceso de automatización. Para estos procesos se suele utilizar diferentes componentes eléctricos para ejecutar las tareas necesarias a realizar. Entre dichos componentes eléctricos se encuentran los variadores de frecuencia, contactares, relés, disyuntores, sistemas de protección, fuentes externas de voltaje directo, transformadores, drivers para motores etc. Uno de los más importantes componentes para control de motores es el variador de frecuencia.

Los variadores de frecuencia controlan muchos aspectos de los motores, como es su velocidad, paros y arranques. Esto mediante un cambio en la frecuencia del voltaje suministrado en el motor. Para cambiar la frecuencia del voltaje este realiza múltiples tareas esto mediante la programación de múltiples tareas. Que son valores configurados mediante variables que estas se encuentran en el manual de estos dispositivos (*Benavides-Córdoba et al.*, 2018).

Los variadores de frecuencia ahorran en costos en la operación de procesos automatizados que utilizan motores de corriente alterna y estos ocupan un control del motor. Los variadores pueden tener opciones de hacer trabajar el motor con torque ininterrumpido y así darle el máximo control a los motores. Estos pueden recibir señales de entrada mediante un PLC y así poder controlar el variador de frecuencia con PLCs (*Quezada et al.*, 2018).

Para el arranque de los motores y evitar el consumo excesivo de corriente al momento de encender los motores, se realiza el arranque estrella-delta, sin embargo este siempre se puede

disminuir todavía más con un variador de frecuencia o con un arrancador suave. Las diferencias de estos consisten, en las aplicaciones. Un arrancador suave tiene la función única de arrancar los motores de manera que el consumo en dicho momento sea mínimo. El Variador de frecuencia o VFD tiene esta función entre otras, como las mencionadas anteriormente. El propósito por el cual se utiliza un arrancador suave con la función de ahorrar el consumo de corriente es debido al muy elevado costo de los variadores de corriente en comparación con un arrancador suave.

Para el uso de los VFD como control del motor estos se auxilian comúnmente de un PLC. La manera en que esto es realizado puede ser mediante las salidas de los PLCs a las entradas de los VFD. Otra manera es mediante comunicación Modbus, que más adelante se hablara de esta. El controlador de motor (VFD) está acoplado al PLC y controla el motor eléctrico según la aplicación. El PLC está además acoplado a la interfaz hombre-máquina (HMI) para mostrar la operación visualmente. Se proporciona una entrada al VFD desde el PLC para hacer funcionar el motor y las salidas del VFD son frecuencias controladas, que controlan la velocidad y el par de un motor. En el motor de inducción alimentado por VFD con modulación de ancho de pulso (PWM) se observan armónicos, daños en los cojinetes del motor, ruido del motor e interferencia electromagnética. Se coloca un filtro LC sinusoidal entre el VFD y el motor para suavizar las ondas moduladas por ancho de pulso en ondas sinusoidales, lo que básicamente reduce el ruido y mejora eficazmente la eficiencia general del VFD (Salunkhe & Kalkhambkar, 2019).

Este control eficiente de los motores es de suma importancia para muchas maquinas encontradas en la industria textil. Los motores de inducción son un pilar fundamental en cada una de las funciones de las diferentes maquinas. El VFD se encuentra con cada motor. Este va seleccionado de acuerdo a la potencia del motor que controlan. Muchos de estos son utilizados con control mediante el PLC. De esta manera este entra en función con el sistema total de la máquina y dentro del control del PLC.

El control de motores es parte de los procesos de automatizados industriales. Estos se mencionan como procesos de la automatización mediante los PLCs y los VFD de esta manera se controlan los motores. El siguiente tramo a tomar para la automatización es la de los sensores que en los PLCs sus entradas reciben las señales de estos que en base al código del

PLC estos siguen unas instrucciones en función de estas señales por sensores y así se controlan estos procesos junto con el control de motores. En el siguiente segmento se acopla con la automatización y el control de procesos dentro de la industria textil.

3.3.2 Sensores Industriales

Algunos de los sensores utilizados en la industria textilera se comentan en esta sección. Estos vienen siendo desde los retrorreflexivos, ultrasónicos, flujómetros y entre otros.

Entre los sensores más utilizados en esta industria el flujómetro es uno de estos estos se utilizan en el área de teñido de la industria textil. Existen diferentes tipos de flujómetros el más encontrado en la empresa es de efecto Coriolis. Que utilizan este efecto para detectar el flujo por una tubería. En donde se crea una oscilación entre dos tubos y al tener un líquido fluyendo en estos tubos oscilantes se crea un desfase entre estos debido al efecto Coriolis. Para detectar la diferencia de fase de dos señales de vibración en un caudalímetro Coriolis, los métodos comúnmente utilizados incluyen el método de detección de fase de cruce por cero, el método de función de correlación y el método de transformada de Fourier (Huang, 2021).

Otro sensor de flujo muy utilizado en la industria textil es el electromagnético. La tecnología de excitación juega un papel importante en el campo del caudalímetro electromagnético (EMF). La forma del campo magnético determina directamente las características de la señal de flujo. No se ha logrado ningún avance en la tecnología de excitación desde la invención de la excitación de onda sinusoidal, la excitación de onda rectangular y la excitación de doble frecuencia. Este sensor también cabe mencionar que requiere de un flujo laminar para poder regresar mediciones precisas (Ge *et al.*, 2021).

Estos sensores son utilizados también en el área de distribución de suavizantes para las telas y el llenado de tanques de suavizante. El nivel de llenado de estos tanques es controlado sin embargo, por sensores ultrasónicos. Estos se utilizan con suavizantes que no crean una gran cantidad de burbujas ya que esto crea mediciones imprecisas.

Algunas consideraciones de los sensores ultrasónicos a tomar en cuenta para la medición de nivel de tanques, es el ancho del haz de estos sensores. Ya que este no debe chocar con las paredes del tanque. Esto provocaría mediciones falsas.

El transductor ultrasónico de uso general tiene un ancho de haz de media potencia (HPBW) alrededor de $18 \sim 50^\circ$. Sin embargo, el ancho del haz es demasiado grande para algunas aplicaciones prácticas, en el caso del transductor ultrasónico general con gran ancho de haz θ_{HP} , los obstáculos ubicados en las posiciones P1, P2 y P3 dan el mismo tiempo de vuelo. Es decir, no es fácil detectar el espacio exacto posición del obstáculo de pequeño tamaño (Lee *et al.*, 2007).

Estos sensores devuelven una señal análoga que esta aumenta entre más cerca el objeto está posicionado con respecto al sensor. Esto según la hoja de datos del sensor. Los parámetros del sensor ayudan a escoger el más ideal para la aplicación que se busca completar. El PLC lee los datos del sensor y ejecuta las funciones que tiene programadas con las condiciones que lee del sensor. Esto creando el control automático del sistema. Algunas de las funciones más comunes son el control de sistemas electro neumáticos. Controlando actuadores neumáticos mediante electro válvulas. Lo cual nos lleva al siguiente segmento.

3.3.3 Sistemas de control neumático

En general, los componentes electro neumáticos se han fundado en varias aplicaciones de ingeniería. Precisamente en el campo industrial para lograr un sistema de control como un circuito de automatización y diferentes aplicaciones. Gran parte de estas ejecuciones se llevan a cabo en los campos del sistema de bajo costo debido a la tradicional de los equipos neumáticos y sus partes eléctricas relacionadas están más concebidos para trabajar con encendido / apagado estados de conducción. Lo neumático se ha convertido en un elemento de conducción importante que se utiliza ampliamente en diseño robótico y proceso automatizado para producir dirección rectilínea o giratoria y ofrecer una buena alternativa a los sistemas de control eléctricos o hidráulicos para la tipificación específica de aplicaciones

para los fines de ambientes limpios, sistema de seguridad y más fácil de trabajar (Jaliel & Badr, 2020).

El trabajo rectilíneo realizado por estos actuadores es controlado por las electroválvulas. Algunas aplicaciones que se pueden realizar con estas actuadores y válvulas es el control de posición del pistón. La selección de la válvula es de suma importancia y esta determina el comportamiento y el diseño de control de este sistema. Estas aplicaciones tienen gran utilidad y es una aplicación que en la práctica profesional se implementó para las máquinas de costura. En donde se busca bajar una mesa a medida esta va acumulando telas para así, tener más espacio disponible para apilar una mayor cantidad.

Una electroválvula neumática es un dispositivo que se utiliza para controlar el flujo de gas en un sistema mecatrónica. En general, una válvula de solenoide neumática es alimentada por la energía electromagnética en la bobina de un solenoide que convierte la corriente eléctrica en fuerza magnética. Las electroválvulas neumáticas pueden tener diferentes configuraciones. Como ejemplo, la válvula solenoide neumática de 3 vías y 2 posiciones considerada aquí que pertenece a un estilo bidireccional que tiene 3 puertos, a saber, puertos de aire de entrada, salida y escape (Kam, 2018).

También existen las válvulas de doble solenoide, con las cuales en algunas posiciones se controlan mediante uno de los solenoides y con el otro solenoide se controla la otra posición. Para el caso de estas válvulas, suelen tener 3 posiciones. La tercera posición es anclada en el momento que ninguno de los solenoides es activado. Esto como se ha mencionado anteriormente ayuda con el control de posición de los pistones de doble efecto.

Los sistemas neumáticos se utilizan bastante en la automatización para la industria. Los pistones neumáticos tienen una enorme variedad de aplicaciones en la industria. Para los diferentes tipos de pistones neumáticos se encuentran los siguientes: los de doble acción y los de simple acción. Entre algunos de los problemas más grandes encontrados en estos sistemas son las fugas de aire y estos no se suelen utilizar de para aplicaciones de alta fuerza requerida. Estos se utilizan para aplicaciones de alta velocidad (Nakutis & Kaskonas, 2007).

Los sistemas neumáticos son alimentados mediante un compresor que mantiene el sistema a una misma presión, suministrándole aire a todo este. Estos esta compuestos mayormente por un armazón, un deposito, cuerpo de la bomba y el motor. Debido a que su eje giratorio es de estructura excéntrica, es fácil producir vibraciones cuando funciona. El eje exterior excéntrico tiene pistón y la parte superior está equipada con un rotor y un bloque de balanceo. El sistema del rotor está compuesto del sistema rotor y el eje (Deng *et al.*, 2019).

Estos componentes dentro de los sistemas automatizados componen gran parte de las maquinas encontradas en la industria textil. En donde Los procesos incluyen costuras y corte, secado, teñido, tejido y compactado. Algunas de las maquinas encontradas en los procesos textiles se exponen en el siguiente segmento.

3.4 Procesos automatizados de la industria textil

La automatización es una herramienta de alto valor en la industria textil. La aplicación de esta cabe en todos sus ámbitos y procesos. Los enfocados en el documento fueron mencionados a continuación.

3.4.1 Acabado

Como se ha mencionado anteriormente, en el proceso de acabado de la industria textil, los sistemas encontrados son los de compactación, secado, tejido e hidrocompactación. La primera que se menciona es la de secado en la que las prendas salen del área de hidrocompactacion en donde estas reciben un suavizante para mejor acabado de la tela.

Dentro del campo de secado se encuentran numerosas técnicas para completar esta tarea. Muchas de estas técnicas de secado utilizan la energía eléctrica para su proceso de secado. Una técnica más recientemente implementada en el área textil es por inducción eléctrica en donde un cilindro que gira es calentado mediante la inducción eléctrica. Este tiene contacto directo con la materia textil creando el secado mediante este calor suministrado mediante el

cilindro. Esto tiene un consumo más bajo de energía en comparación al método más convencional de calentado mediante vapor de agua (Franceschi *et al.*, 2010).

Este proceso más tradicional mediante vapor, es el utilizado en la maquila Caracol Knits. Siendo el vapor de agua el recurso más caro producido y consumido en toda la planta. Además de las secadoras, las compactadoras también utilizan este sistema. Las compactadoras entran en función luego de que la tela es sacada del área de secado por vapor. En el área de compactación la función que se busca conseguir es el compactado de los lotes de tela para así tenerlos con una mayor densidad. También en esta sección se define el ancho final de la tela. Este es un parámetro importante a la hora de producción textil. Estos parámetros se controla mediante una pantalla HMI que tiene un programa de control con los parámetros que la maquina revisa. Este software controla todo el proceso de compactación.

El problema de colocar un conjunto de piezas en forma o plantillas en una superficie rectangular de modo que no se superpongan y la pérdida por recorte sea minimizado. Este proceso de fabricación de marcadores es generalmente llevado por un experto humano o mediante el uso de un software de ordenador. Si bien los expertos humanos, en muchos casos, han superado al software informático en términos de eficiencia y flexibilidad, sus soluciones no siempre son consistente y aún sujeto a errores humanos. Varios programas de computadora independientes están disponibles hoy en día para ayudar diseñar un diseño de plantillas (Jaidormrong *et al.*, 2003).

Para el efecto de resultado constante, muchos procesos son preferidos hechos por maquinas que por un humano. Si bien es claro que las maquinas requieren de un operador humano, este no puede infligir en las posibles fallas o no existentes fallas de resultado de estos procesos.

3.4.2 Corte y Costura

En el área de costura de la industria textil se utilizan maquinas especializadas que costuran los pedazos de tela y estas apilan el grupo de materia textil costurada. Estas máquinas requieren un operador en cada momento para realizar la tarea.

Entre los procesos de elaboración de productos finales utilizando fibras, el proceso final se puede llamar proceso de costura. La costura proceso generalmente corresponde al proceso que requiere más mano de obra en la producción de productos textiles. El costo de coser tiene aumentó gradualmente debido al reciente aumento de los costes laborales. Se espera que la automatización del proceso de costura y la fábrica inteligente llevarse a cabo junto con la cuarta revolución industrial. Con el fin de hacer que las fábricas de costura sean inteligentes, es esencial aplicar la detección inteligente tecnología a las máquinas de coser. Además, el proceso de costura para captar la situación en tiempo real, un sistema para controlar el estado de cada se necesita la máquina (Lee *et al.*, 2017).

La máquina textil adopta actuadores de reluctancia conmutados para controlar el movimiento de las agujas para las operaciones de tejido. Mientras que el actuador pasa transversalmente por una llave metálica de un aguja, la clave se puede seleccionar o no dependiendo de la corriente aplicado en la bobina del actuador (Liu *et al.*, 2018).

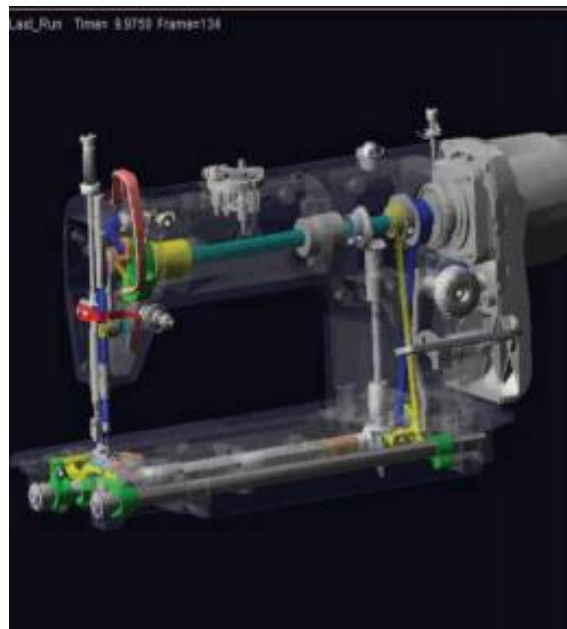


Ilustración 2: Máquina de costura

Fuente: Che *et al.* (2011)

Las máquinas de costura requieren de un alto mantenimiento, de hecho el área de costura en la planta es el área más ocupada debido a que estas fallan numerosas veces. La automatización de estas es crítica, así se le facilita el trabajo al operador. Para esto mantenimientos de prevención son indispensables.

Recientemente, con el fin de aumentar los niveles de servicio, la empresa decide exigir fechas de vencimiento para la producción de hilatura a pedidos semanales, en lugar de la fecha de vencimiento mensual habitual. El plan todavía se genera para el próximo mes, pero esta planificación ahora está dividida en cuatro a cinco plazos. Por lo tanto, el planificador define un horario para el próximo mes, tratando de producir la máxima cantidad de fibra para la fecha de vencimiento requerida y buscar minimizar los cambios. La fase de negociación con el departamento comercial aún existe, pero ahora es más compleja porque la discusión implica no solo las cantidades que deben producirse, sino también los pedidos que no se pueden retrasar (Silva & Magalhaes, 2006).

3.4.3 Teñido

El proceso de teñido en la industria textil, es el cual otorga los colores solicitados por el cliente en la tela. Este proceso utiliza químicos especiales para poder tratar textiles. El proceso utiliza una gran cantidad de agua que esto ha sido controversia entre ambientalistas para este proceso. En el área de teñido se encuentra la mayor cantidad de agua utilizada siendo el segundo el de compactación.

Los tintes pueden definirse como sustancias que, cuando se aplican a un sustrato, proporcionan color mediante un proceso que altera, al menos temporalmente, cualquier estructura cristalina de las sustancias coloreadas. Estas sustancias con una considerable capacidad colorante se emplean ampliamente en la industria textil. Los colorantes se adhieren a superficies compatibles por solución, formando enlaces covalentes o complejos con sales y metales por absorción física o por retención mecánica. Durante el proceso de teñido se ha estimado que las pérdidas de colorantes al medio ambiente pueden alcanzar el 10-50%. Es de destacar que algunos tintes son altamente tóxicos y mutagénicos, y también disminuyen

la penetración de la luz y la actividad fotosintética, causando deficiencia de oxígeno y limitando usos beneficiosos aguas abajo como recreación, agua potable e irrigación (Gunay, 2013).

El proceso de teñido consta de muchos sistemas hidráulicos que dentro de la automatización estos constan de sensores como los flujómetros, sensores de nivel, ultrasónicos, entre otros. También sistemas neumáticos para el control de válvulas de accionamiento neumático. Estas controladas por las electroválvulas de los sistemas de control neumático. También este requiere de una gran cantidad de agua para la solución con estos químicos que realizan los tintes para el tratamiento de los colores requeridos para completar el proceso de teñido. En la planta, esta área consta de muchas diferentes teñidoras que estas son grandes estructuras metálicas, en forma de cilindro en donde la tela es introducida y transportada dentro del cilindro en donde es bañada con el tinte.

IV. DESARROLLO

El siguiente capítulo muestra la documentación de todo lo desarrollado en la práctica a lo largo de 10 semanas y un mínimo de 400 horas. Los trabajos realizados se segmentan por cada semana transcurrida. De la primera a la décima.

4.1 Trabajo realizado

Las actividades realizadas dentro de la jornada de práctica profesional por cada semana se presentan de manera detallada en los siguientes segmentos.

4.1.1 Semana 1

La primera semana comenzó con una pequeña inducción en donde nos exponen algunas generalidades de la empresa, reglas, y protocolos de seguridad y bioseguridad. Como el uso de cafetería y sus reglas. Esta inducción tuvo una duración de dos días. Al finalizar la inducción seguido con el proceso de asignación de puesto y supervisor en la empresa. En el departamento de mantenimiento de acabado en Coral Knits es donde se encuentra mi asignación en esta primera semana. En esta área se comienza con el apoyo de automatización de tanques de suavizantes y un análisis de materiales necesarios para realizar este proyecto. Así mismo la lógica de programación utilizada en ese proceso.



Ilustración 3: Tanques de suavizante

Fuente: Propia (2021)

Estos tanques de suavizante tienen el propósito de mezclar los químicos para crear el suavizante y suministrarlo a la maquina Monfort. Que esta seca y compacta la tela que viene de la Slither que corta la tela y la cambio de ser tubular a plana. El suavizante mejora el acabado de la tela y es parte del procesa del departamento de acabado. En los tanques se vierte el químico y la solución de manera manual y los motores que los mezclan también se encienden con un botón mediante un operador. Dentro de la lista de materiales se determinó un total de 17 entradas digitales en el PLC que este es un Vipa M13c y para medir el nivel del tanque se determinó un sensor ultrasónico, agregando 2 entradas análogas debido a que son dos tanques. Se utilizara un HMI para la selección de la mezcla de suavizantes. La empresa utiliza numerosas mezclas de suavizantes. Se determinaron las 4 más comunes y para la Monfort y se enlistaron dentro de la lógica de la programación a realizar.

Se midió el volumen del tanque para sacar el equivalente para crear cada mezcla con la relación de químico y solución correcta a verter en los tanques.



Ilustración 4: Sensor ultrasónico

Fuente: Propia (2021)

Uno de los problemas posibles a tratar con el uso de este sensor es la espuma generada en el tanque por el suavizante mientras este se va mezclando con el agua introducida secuencialmente.



Ilustración 5: PLC vipa M13c

Fuente: Propia (2021)

El diseño de la tubería final sigue en proceso, y se planea mostrar a lo largo de las 10 semanas de práctica junto con los ingenieros de mantenimiento en acabado. La segunda actividad realizada fue el arranque por primera vez de una secadora industrial montada por el equipo de mantenimiento de acabado.



Ilustración 6: Secadora industrial

Fuente: Propia (2021)

4.1.2 Semana 2

En la semana 2 se comenzó con un traslado al departamento de costura en Caracol Knits. Junto con otro practicante de la carrera. En este departamento se realizaron análisis en paneles eléctricos en máquinas de costura automatizadas. Para poder automatizar las manuales. Ya que no todas las máquinas de costura están automatizadas. Se realiza el análisis para poder dejar las manuales como las automatizadas.

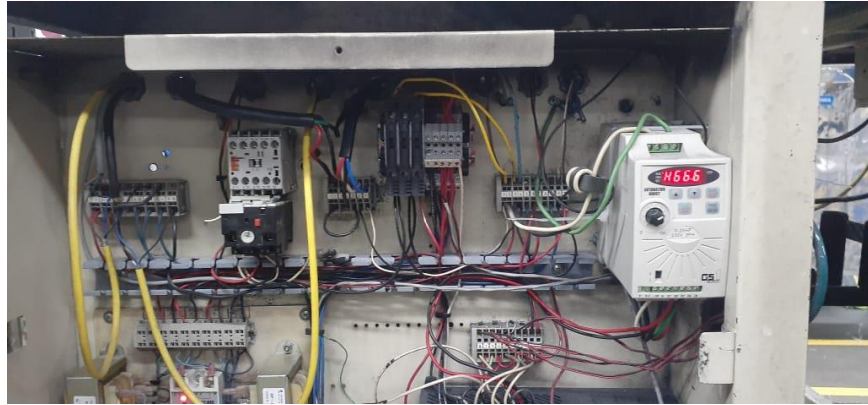


Ilustración 7: Panel de maquina automatizada

Fuente: Propia (2021)

La lista de materiales es enviada al jefe de mantenimiento el cual la analiza y da el visto bueno. Para continuar con la agenda de la semana 2. Se asignó la elaboración de un cambio de giro de un motor trifásico para el apilador de las máquinas de costura. El motor es de $\frac{1}{4}$ hp. Gran parte del tiempo de los días se fue en la búsqueda de los materiales para la realización de este trabajo. No se logró conseguir todos los materiales sin embargo se logró completar con lo otorgado.

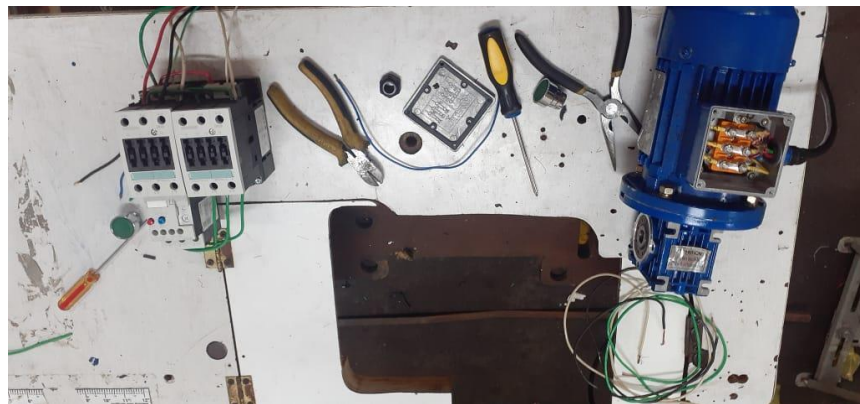


Ilustración 8: Cambio de giro de motor trifásico

Fuente: Propia (2021)





La semana concluye con la realización de una presentación como ayuda a los ingenieros para un proyecto de ahorro a realizar en el departamento de acabado en Coral Knits.

4.1.3 Semana 3

La tercera semana de práctica consta del levantamiento de máquina de costura. Esta máquina es antigua y en el momento de compra de esta, tenía un funcionamiento con módulos que leen las entradas de los sensores y mandan salidas. Estas máquinas se buscan actualizar mediante un PLC y aplicarle la programación para poder dejarla con componentes modernos y esta seguir cumpliendo la misma función que anteriormente hacía.

Para realizar este trabajo se estuvo analizando el funcionamiento de la máquina y revisando lo utilizado en otras máquinas que ya tenían incorporado este sistema. La lista de los materiales para la realización de este proyecto se realizó en Word para luego pasar a realizarla en Excel. En esta se estimó el precio total como el precio por componente. Donde se buscó el modelo exacto de cada componente que se utilizaría en este proyecto. Se seleccionó el mismo PLC ya que la programación para ese ya se tenía y así solo se colocaría en la nueva máquina luego de realizar el análisis, la compra y las conexiones. También se estimó la cantidad de horas que a los técnicos les tomaría realizar el levantamiento de estas máquinas.

ARCHIVO HERRAMIENTAS VISTA Costura - Microsoft Word

Artículo	Descripción	Modelo	Imagen	Precio por unidad	Cantidad
Sensor Retroreflectivo	Sensor digital para detectar la presencia de la tela, marca Banner.	SM312L VQDP		\$ 135.75	3
Fuente de voltaje	Fuente de 24v DC, entrada de 110/220V AC para alimentación de PLC.			≈ \$20.99	1
Driver de motor paso a paso	Controlador de motor paso a paso de 2A, marca AutomationDirect.	STP-DRV-4250		\$ 249.00	1
Driver de motor paso a paso	Driver para motor paso a paso de 7A, marca AutomationDirect	STP-DRV-6575		596.00	1
Relés	Relés de 5 pines NO	EMI-5S-124D		56.59	6




PLC	PLC marca AutomationDirect de la serie BXC.	CPU: BX-DM1-18ED2-D		\$278.00	1
Módulo de expansión	Módulo de expansión de entradas y salidas digitales para PLC	BX-16CD3D1		\$62.00	1
HMI	Pantalla programable del PLC táctil de 320 x 240 píxels. Marca AutomationDirect.	EA3-76CL		\$319.00	1
Borneras	Borneras de riel din de doble piso.			≈ \$2.00	20

Ilustración 9: Levantamiento de máquina de costura

Fuente: Propia (2021)

4.1.4 Semana 4

Para la semana 4 se estuvieron analizando los materiales necesarios y la lógica de programación para el proyecto de tanques de suavizantes. Debido a la magnitud de este proyecto, este aún no está en concluido, sin embargo el proyecto solo será el diseño de la lógica junto con el diseño de la implementación de dicho proyecto. Entre las cosas seleccionadas se encuentra las válvulas de accionamiento neumático, las electroválvulas de 4 vías 2 posiciones para el control de las válvulas de accionamiento neumático que estas se necesitaran un total de 17. También se necesitaran 2 sensores ultrasónicos para medir el nivel, 2 sensores de nivel para condicionar el inicio del ciclo de llenado, estos son digitales. Un PLC S7 300 CPU vipa yaskaw y una pantalla HMI. El análisis de la tubería se realizó en base a un sistema ya existente.



Ilustración 10: Sistema de control de tanques ya existente

Fuente: Propia (2021)



Ilustración 11: Válvulas de plano inclinado y accionamiento neumático

Fuente: Propia (2021)

Para el control de las 17 válvulas de plano inclinado, se encuentra un panel de control neumático en donde se pueden observar las electroválvulas controladas por el PLC y estas electroválvulas controlan el paso del aire para el accionamiento de las válvulas de plano inclinado.

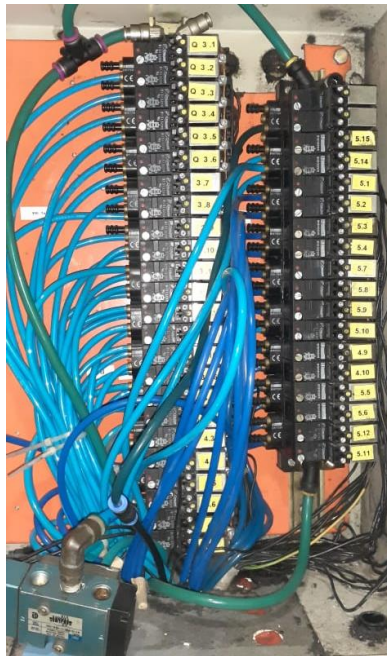


Ilustración 12: Panel de control neumático.

Fuente: Propia (2021)

Entre otra de las cosas realizadas en esta semana también se consiguió los materiales necesarios para la realización del proyecto de control de máquina de costura para apilador. En donde este consta de una electroválvula de 5 vías y 3 posiciones de doble bobina para controlar la posición de un pistón neumático de doble efecto. La programación de este PLC se agregó dentro del programa ya existente. Sin embargo en esta semana solo se consiguieron los materiales para realizarlo y se buscaron las señales del programa ya aplicado en la máquina para establecer que variables había disponibles.



Ilustración 13: Válvula 5/3 adquirida.

Fuente: Propia (2021)

4.1.5 Semana 5

La semana 5 comienza con las conexiones y el montaje de los componentes necesarios para el proyecto en las máquinas de costura, donde la base donde se apilan ira bajando con el pistón a medida se va apilando más bolsas. El montaje de la electroválvula fue lo primero en realizarse. No solo el posicionamiento de esta en el panel, sino también su conexión a las salidas disponibles del PLC (Y1, Y3).



Ilustración 14: Montaje de electroválvula.

Fuente: Propia (2021)

Luego de que la válvula estuviese en posición se realizó el montaje del pistón y un botón, junto con sus respectivas conexiones de manguera y eléctricas a una entrada disponible del pistón.



Ilustración 15: Conexiones de proyecto

Fuente: Propia (2021)

Luego de tener listo todos los componentes montados, debido a que estas máquinas trabajan 24/7, se deben detener para aplicarles el código. Por políticas de la empresa la computadora no es permitida, sin embargo con la ayuda de un simulador de programas en escalera de PLC el código se realizó y se simulo sin conectarse al PLC y se dejó listo para parar la máquina y sin margen de error introducir el código en esta.

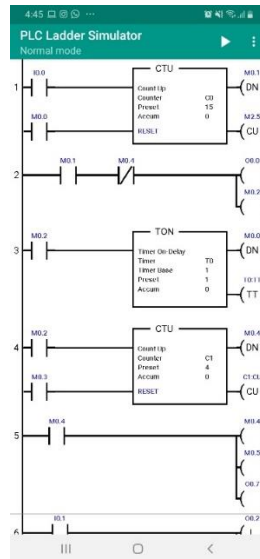


Ilustración 16: Código simulado en el teléfono.

Fuente: Propia (2021)

La aplicación resulto ser de mucha utilidad y no es difícil de usar o entender. Esta se utilizó desde un teléfono Android. Sin embargo, el número de timers y contadores disponibles a utilizar en la prueba gratuita es muy baja y se volvía más complicado realizar el código completo en la aplicación. Con esto mencionado la aplicación ayudo mayormente a asegurar que la lógica del programa funcionaria en el PLC.

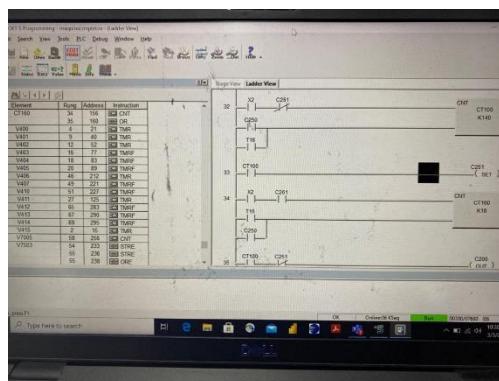


Ilustración 17: Código subido al PLC.

Fuente: Propia (2021)

Luego de subir el código en el PLC se monitoreo el proceso para afinar bien los tiempos y contadores para aprovechar la carrera del pistón neumático. El proyecto quedo pendiente con una luz piloto para señalar cuando el pistón llega al final de su carrera. Ya que la luz piloto

que se consiguió fue de un voltaje incorrecto. Sin embargo la siguiente semana se espere obtener la adecuada para la finalización completa de este proyecto.



Ilustración 18: Proyecto en funcionamiento.

Fuente: Propia (2021)

4.1.6 Semana 6

En la sexta semana se concluyó finalmente el proyecto en máquina de costura donde únicamente se le agrego un sensor retroreflectivo y un pistón neumático para evitar que la tela siga siendo jalada por la banda transportadora y esta no se doble en el final de la banda. De esta manera el apilador logra optimizar el orden en el que las piezas son apiladas. El proyecto se presentó en gerencia general como un prototipo para la idea planteada por las personas encargadas de procesos.



Ilustración 19: Pistón que sostiene la bolsa

Fuente: Propia (2021)

También en la semana 6 se muestra el primer diseño del proyecto de tanques de suavizantes. Este queda pendiente para este momento todavía. Sin embargo se presentó parte del proyecto al jefe de mantenimiento del área para recibir el visto bueno.

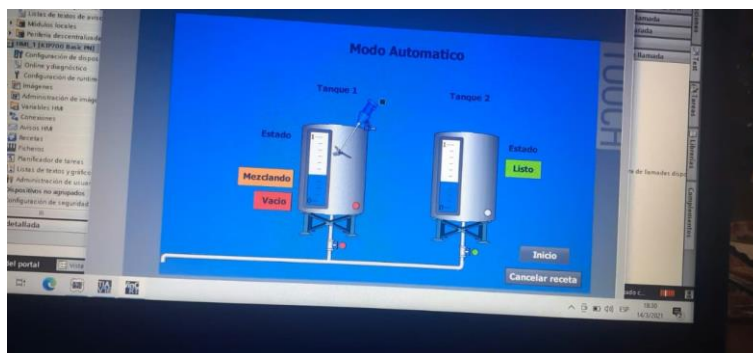


Ilustración 20: Automatización de tanques de suavizante.

Fuente: Propia (2021)

El proyecto a este punto se encuentra a un 85% y así se recibió el visto bueno con una simulación realizada.

4.1.7 Semana 7

La semana 7 fue el inicio en el traslado del departamento de costura y acabado en Coral al área de acabado en Caracol. Para esta semana el departamento se encontraba con el montaje de nuevas máquinas de compactado de tela abierta. Las maquinas estaban en espera del técnico de Lafer sPa (marca de las maquinas compactadora). También estaban en espera del técnico de la otra sección de la máquina que se encarga de cortar los rollos luego de salir de la Lafer. La máquina que corta estos rollos es de otra compañía llamada Silk City.

Al inicio de la semana la primera tarea asignada fue leer el manual de esta máquina para sacar del área de mantenimiento del manual, los mantenimientos a realizar según la cantidad de horas en operación que esta lleva.

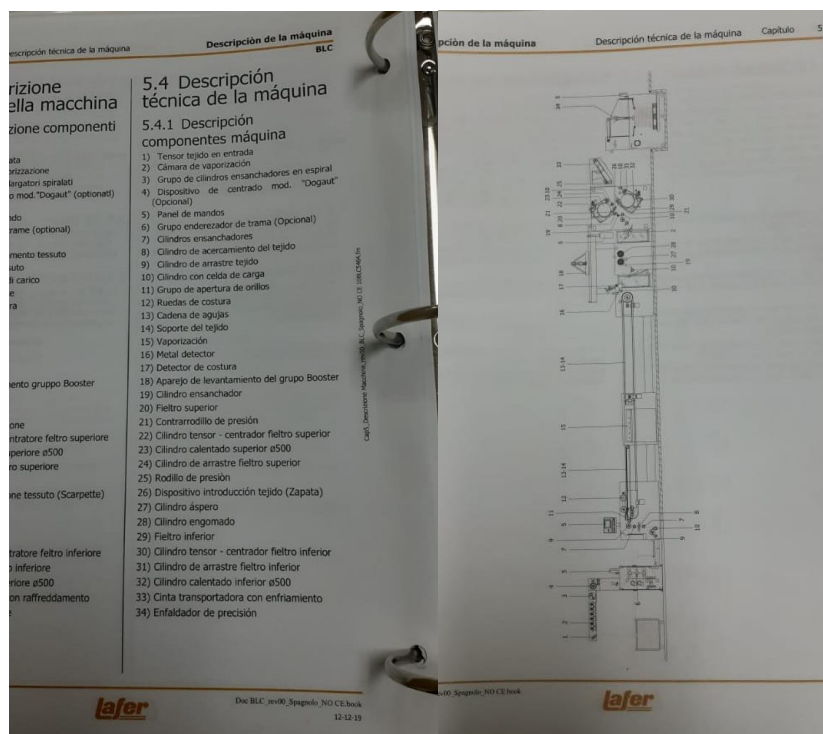


Ilustración 21: Manual de mantenimiento de la compactadora.

Fuente: Propia (2021)

4.1.8 Semana 8

En la semana 8 llegan los técnicos de la máquina. Un técnico de parte de Lafer y otro de parte de Silk City, su trabajo consistía en la calibración de la máquina y en dejarla lista funcionando. Esta semana consistió en la participación activa del montaje y calibración de esta máquina. La primera calibración que se le realizó a la máquina fue la de las celdas de carga en los rodos. Esta parte era extensa ya que la máquina contaba con numerosos rodos con celdas de carga para detectar la tensión de la tela y así ajustar la velocidad de los rodos de alimentación o velocidad de la cadena del campo rectilíneo y cónico.

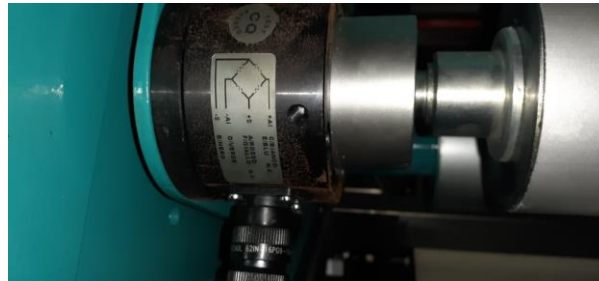


Ilustración 22: Celdas de carga de máquina compactadora.

Fuente: Propia (2021)

Otra parte compleja de este trabajo fue el hecho que era necesario retirar cada rodo e insertar y conectar en la posición correcta la celda de carga. También se calibró zonas del booster. En donde la tela se compacta junto con los filtros que estos también fueron ajustados. La posición de los finales de carrera del campo cónico y rectilíneo también fueron ajustados.

4.1.9 Semana 9

Se continuó con la calibración de las máquinas y estas se terminan en esta semana. Las máquinas quedan listas para realizar pruebas con tela. En donde se presentaron algunos problemas pero estos se lograron corregir. Entre ellos estaban algunas celdas de carga que fueron colocadas en sentido opuesto a la tensión de la tela. Esto hacía que la tela se tensara mucho ya que no ajustaba la velocidad proporcionada por los variadores de frecuencia.

Otro problema a enfrentar fue con el sensor de anchura que no cerraba a su punto mínimo ya que hubo un problema a la hora de ajustarlo. El sistema centrador también mostró algunos

problemas por desalineamiento del sensor de posición. Esto se corrigió ajustando unos tornillos en los soportes del sensor.



Ilustración 23: Pruebas con tela de máquina compactadora.

Fuente: Propia (2021)

La máquina se logra entregar en la semana establecida. Quedan pendientes algunos ajustes de otros aspectos de la máquina que se consideraron de importancia mínima.

También se realizó el reporte de fugas neumáticas. Ya que en esta semana se presentó un paro de producción debido a feriados. Este parado disminuye el ruido en la planta ya que las maquinas no se encuentran en funcionamiento esto ayuda a detectar las fugas neumáticas más fácilmente.

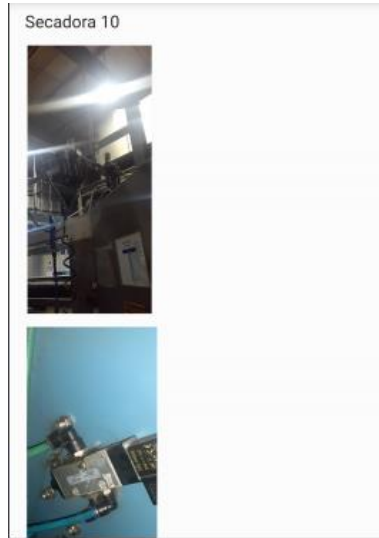


Ilustración 24: Reporte de fugas neumáticas.

Fuente: Propia (2021)

4.1.10 Semana 10

En la semana 10, se concluye el tiempo de práctica y las actividades. Debido al cambio de departamento a Caracol, el proyecto de suavizantes ya no era necesario terminarse sin embargo este quedo en un 100% pero sin presentar ya que no se pertenecía al departamento en el que el proyecto se iba a realizar.

Mencionado lo anterior, se continuaron con las actividades de la semana 10 en el departamento de acabado de Caracol. En donde la última actividad realizada fue el reporte de horometro de todas las maquinas presentes del departamento.



Ilustración 26: Horometro físico.

Fuente: Propia (2021)

Entre algunas otras actividades realizadas en esta semana fue el llenado de órdenes de trabajo y su creación en algunos casos. Entre estas estaban las órdenes de trabajo de mantenimiento preventivo, es decir, las programadas y los reportes de fallas que esto se refiere a los trabajos realizados por los técnicos en su día a día.

4.2 Cronograma de actividades

A continuación se presentan las actividades realizadas a lo largo de las 10 semanas activas en práctica profesional.

Actividad	Semana									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	1-5 Feb	8-12 Feb	15-20 Feb	22-27 Feb	1-5 Mar	8-13 Mar	15-20 Mar	22-27 Mar	29- 2 Mar-Abr	2-7 Abr
Induccion	■									
Charlas de seguridad	■									
Inicio de Proyecto de tanques de suavizantes	■									
Cambio de giro		■								
Levantamiento de maquina de costura			■							
Inicio de proyecto en costura				■						
Montaje de electro valvula					■					
Conexiones de proyecto de costura					■					
Simulacion de codigo e implementacion					■					
Implementacion de nuevo piston						■				
Entrega de proyecto de costura						■				
Reporte de manual de mantenimiento de compactadora							■			
Calibracion de maquina compactadora								■		
Pruebas con tela									■	
Reporte de fugas neumaticas										■
Reporte de horometros										■
Entrega de proyecto de tanques de suavizantes										■

V. Conclusiones

Las 10 semanas de práctica profesional se logran con la finalización de las actividades de mayor relevancia que son los proyectos, diseños de proyecto y levantamiento de máquinas. El proyecto de optimización de apilador, el diseño de automatización de tanques de suavizante y levantamiento de máquina de costura con PLC.

- Se realizaron con éxito los proyectos propuestos para automatizar procesos e optimizar algunos ya existentes. Como fue el realizado en costura con el apilador de bolsas de camisas. También el diseño del proyecto de automatización de tanques de suavizantes en el departamento de acabado de Coral.
- La programación de PLCs fue la herramienta de mayor ayuda dentro de la empresa y se implementó en proyectos o mejora de procesos. A pesar de las dificultades con las herramientas, como lo es la computadora y los programas requeridos para realizar estas tareas, esto se logra implementar en forma de proyectos realizados por ayuda de aplicaciones en celular.
- Se logra aportar conocimientos para la mejora de procesos como lo es en el área de la automatización. También, más importante aún, se aprenden numerosas conceptos dentro de la industria textil y también dentro de la ingeniería.
- Las actividades realizadas en la empresa se documentan en esta tesis. Las semanas muestran ser muy activas. Tanto con trabajos administrativos del área de mantenimiento como trabajos de campo junto con trabajos de proyectos.

VI. Recomendaciones

- Se recomienda una clase para instalaciones eléctricas, estos conocimientos son de mucha importancia en las empresas y son una competencia con peso.
- Se recomienda profundizar en temas de circuitos neumáticos y su diseño e implementación, ya que la mayoría de los sistemas automatizados en las industrias tienen dichos circuitos y sistemas.

Bibliografía

- Ahmed, K., Nafi, N. S., Blech, J. O., Gregory, M. A., & Schmidt, H. (2017). Software defined industry automation networks. *2017 27th International Telecommunication Networks and Applications Conference (ITNAC)*, 1-3.
<https://doi.org/10.1109/ATNAC.2017.8215391>
- Belini, C. (2020). LA PRIMERA RECESIÓN. LA CRISIS TEXTIL DE 1938 Y LA POLÍTICA ECONÓMICA ARGENTINA A COMIENZOS DE LOS AÑOS CUARENTA. *Revista de historia americana y argentina*, 55(1), 187-222.
- Benavides-Córdoba, S., Muñoz-Galeano, N., Cano-Quintero, J. B., Benavides-Córdoba, S., Muñoz-Galeano, N., & Cano-Quintero, J. B. (2018). Desarrollo de un variador de velocidad trifásico: Enfoque de programación multitarea. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, 26(2), 213-224. <https://doi.org/10.4067/S0718-33052018000200213>
- Butuza, R., Nascu, I., Giurgioiu, O., & Crisan, R. (2014). Automation system based on SIMATIC S7 300 PLC, for a hydro power plant. *2014 IEEE International Conference on Automation, Quality and Testing, Robotics*, 1-6.
<https://doi.org/10.1109/AQTR.2014.6857859>
- Campo, E. A., Cano, J. A., Gómez-Montoya, R. A., Campo, E. A., Cano, J. A., & Gómez-Montoya, R. A. (2020). Optimización de costos de producción agregada en empresas del sector textil. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, 28(3), 461-475.
<https://doi.org/10.4067/S0718-33052020000300461>
- Deng, Z., Shen, H., Wang, K., & Jin, H. (2019). Vibration Improvement and Dynamic Balance Automatic Optimization of Rotor Compressor. *2019 2nd World Conference*

on Mechanical Engineering and Intelligent Manufacturing (WCMEIM), 224-228.

<https://doi.org/10.1109/WCMEIM48965.2019.00049>

Franceschi, K., Pérez, S., & Magarelli, D. (2010). Determinación de los Coeficientes de Transferencia de Masa Energía para el Proceso de Secado de Textiles, en Función de la Densidad del Material. *Información tecnológica*, 21(5), 99-106.

<https://doi.org/10.4067/S0718-07642010000500013>

Ge, L., Chen, J., Tian, G., Ahmed, J., Huang, Q., & Hu, Z. (2021). Study on a new electromagnetic flowmeter based on three-value trapezoidal wave excitation. *Flow Measurement and Instrumentation*, 78, 101882.

<https://doi.org/10.1016/j.flowmeasinst.2020.101882>

Gunay, M. (2013). *Eco-Friendly Textile Dyeing and Finishing*. BoD – Books on Demand.

Huang, L. (2021). An improved phase difference detection method for a Coriolis flowmeter. *Measurement*, 172, 108862.

<https://doi.org/10.1016/j.measurement.2020.108862>

Jaidormrong, J., Chaiyaratana, N., & Hassamontr, J. (2003). Software tool development for marker making operations in textile industry. *Proceedings 2003 IEEE International Symposium on Computational Intelligence in Robotics and Automation*.

Computational Intelligence in Robotics and Automation for the New Millennium (Cat. No.03EX694), 2, 503-508. <https://doi.org/10.1109/CIRA.2003.1222232>

Jaliel, A. K., & Badr, M. F. (2020). Application of Directional Control Solenoid Valves in Pneumatic Position System. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 870, 012044. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/870/1/012044>

Junhua Che, Qian Zeng, Pingzhang Wang, & Zhenqiang Sun. (2011). The sewing performance research of industrial high-speed sewing machine based on

performance-driven. *2011 Second International Conference on Mechanic Automation and Control Engineering*, 7051-7054.

<https://doi.org/10.1109/MACE.2011.5988673>

Kam, T. Y. (2018). Fatigue reliability analysis of mechanical components for airflow control in pneumatic solenoid valve. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 397, 012063. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/397/1/012063>

Kamili, U. A., Nurcahyo, R., & Farizal. (2020). Supply Chain Effect to Environment of Maintenance, Repair and Overhaul (MRO) Industry. *2020 IEEE 7th International Conference on Industrial Engineering and Applications (ICIEA)*, 469-473.

<https://doi.org/10.1109/ICIEA49774.2020.9102079>

Khan, M. F. S., Ahmed, T., Aziz, I., Alam, F. B., Bhuiya, M. S. U., Alam, M. J., Chakma, R., & Mahtab, S. S. (2019). PLC Based Energy-Efficient Home Automation System with Smart Task Scheduling. *2019 IEEE Sustainable Power and Energy Conference (iSPEC)*, 35-38. <https://doi.org/10.1109/iSPEC48194.2019.8975223>

Lee, H., Kang, D., & Moon, W. (2007). Design and Fabrication of the High Directional Ultrasonic Ranging Sensor to Enhance the Spatial Resolution. *TRANSDUCERS 2007 - 2007 International Solid-State Sensors, Actuators and Microsystems Conference*, 1303-1306. <https://doi.org/10.1109/SENSOR.2007.4300377>

Lee, J.-Y., Lee, D.-H., Park, J.-H., & Park, J.-H. (2017). Study on sensing and monitoring of sewing machine for textile stream smart manufacturing innovation. *2017 24th International Conference on Mechatronics and Machine Vision in Practice (M2VIP)*, 1-3. <https://doi.org/10.1109/M2VIP.2017.8211433>

Liu, X., Germano, P., Civet, Y., & Perriard, Y. (2018). Sensorless Position Detection Framework for a Multi-State Switched Reluctance Actuator of a Textile Machine.

2018 21st International Conference on Electrical Machines and Systems (ICEMS),
1761-1765. <https://doi.org/10.23919/ICEMS.2018.8549209>

Majumdar, A., Garg, H., & Jain, R. (2021). Managing the barriers of Industry 4.0 adoption and implementation in textile and clothing industry: Interpretive structural model and triple helix framework. *Computers in Industry*, 125, 103372.

<https://doi.org/10.1016/j.compind.2020.103372>

Nakutis, Z., & Kaskonas, P. (2007). Pneumatic Cylinder Diagnostics using Classification Methods. *2007 IEEE Instrumentation & Measurement Technology Conference IMTC 2007*, 1-4. <https://doi.org/10.1109/IMTC.2007.379156>

Ocampo, J., Hernández, J., Márquez, J., Vizán, A., Ocampo, J., Hernández, J., Márquez, J., & Vizán, A. (2020). The Effect of Process Improvement Practices on Manufacturing Competitiveness of Apparel Factories. *Journal of technology management & innovation*, 15(1), 15-26. <https://doi.org/10.4067/S0718-27242020000100015>

P. Rathamani, P. R. (2013). A Study on Quality of Work Life of Employees in Textile Industry – Sipcot, Perundurai. *IOSR Journal of Business and Management*, 8(3), 54-59. <https://doi.org/10.9790/487X-0835459>

Quezada-Quezada, J. C., Flores-García, E., González-Cadena, M., Bautista-López, J., Quezada-Quezada, J. C., Flores-García, E., González-Cadena, M., & Bautista-López, J. (2018). Sistema HMI-PLC-ADF- Motor CA para control de velocidad. *Ingeniería, investigación y tecnología*, 19(4).

<https://doi.org/10.22201/fi.25940732e.2018.19n4.040>

Salunkhe, S., & Kalkhambkar, V. N. (2019). VFD Control for Industrial Machines using PLC and LC Filter. *2019 2nd International Conference on Intelligent Computing*,

- Instrumentation and Control Technologies (ICICT)*, 1, 1653-1658.
<https://doi.org/10.1109/ICICT46008.2019.8993387>
- Silva, C., & Magalhaes, J. M. (2006). Heuristic lot size scheduling on unrelated parallel machines with applications in the textile industry. *Computers & Industrial Engineering*, 50(1-2), 76-89. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2006.01.001>
- 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>
- Tavallaey, S. S., & Ganz, C. (2019). Automation to Autonomy. *2019 24th IEEE International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation (ETFA)*, 31-34. <https://doi.org/10.1109/ETFA.2019.8869329>
- Wang, K., Zeng, X., Koehl, L., Tao, X., & Chen, Y. (2019). Statistical based approach for uncertainty analysis in life cycle assessment: A case study in textile industry. *2019 IEEE International Conference on Fuzzy Systems (FUZZ-IEEE)*, 1-4.
<https://doi.org/10.1109/FUZZ-IEEE.2019.8858952>
- Winkler, D., Hametner, R., Östreicher, T., & Biffli, S. (2010). A framework for automated testing of automation systems. *2010 IEEE 15th Conference on Emerging Technologies & Factory Automation (ETFA 2010)*, 1-4.
<https://doi.org/10.1109/ETFA.2010.5641264>
- Yi, L., Wei-hua, C., Qu, L., & Meng-meng, Z. (2010). Analysis on Relation between Automatic Voltage Control and Textile Manufacture. *2010 International Conference on Electrical and Control Engineering*, 3355-3357.
<https://doi.org/10.1109/iCECE.2010.818>

