



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

PRACTICA PROFESIONAL

DESARROLLO DE PROYECTOS PARA VIABILIDAD EN EL

DEPARTAMENTO DE PROCESOS, JERZEES NUEVO DÍA

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TITULO

INGENIERO EN MECATRÓNICA

PRESENTADO POR:

KARINA ELIZABETH PEREIRA MORALES – 21441291

ASESOR: ORLANDO AGUILUZ GUEVARA

CAMPUS SAN PEDRO SULA

MARZO 2019

RESUMEN EJECUTIVO

El presente informe tiene como objetivo detallar el desarrollo la práctica profesional realizada para optar al título de Ingeniería en Mecatrónica en UNITEC.

El principal enfoque de una práctica profesional se basa en aplicar los conocimientos, habilidades y destrezas obtenidas durante el desarrollo de la carrera universitaria, fomentando la habilidad de comunicación y sobre todo la integración en un ambiente laboral.

Dicha práctica se ejecuta en Jerzees Nuevo día, planta de costura del grupo Fruit of the Loom, específicamente realizando las actividades asignadas por el área de procesos.

Entre las principales actividades se busca optimizar las operaciones por medio de implementación de proyectos automáticos o mecánicos, esto, para mejorar los procesos alcanzando mejoras en: reducción de movimientos por parte del operario, aumento en la producción, mejora de la calidad del producto, reducción de defectos y reducción de costos en los procesos.

Práctica profesional se realizará durante el periodo académico contemplado entre el 14 de enero al 29 de marzo del 2019.

ABSTRACT

The purpose of this report is to detail the development of the professional practice carried out to qualify for the Mechatronics Engineering degree at UNITEC.

The focus of a professional practice is based on applying the knowledge, skills and abilities obtained during the development of the university career, promoting the ability to communicate and especially the integration in a work environment.

This practice is carried out in Jerzees Nuevo Día, sewing plant of the group fruit of the Loom, specifically performing the assign activities by the process area.

Among the main activities, we seek to optimize operations through the implementation of automatic or mechanical projects, to improve processes, achieving improvements in: reduction of movements by the operator, increase in production, improvement of product quality, reduction of defects and reduction of costs in the processes.

Professional practice will be carried out during the academic period contemplated between January 14 to March 29 of this year.

ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	GENERALIDADES DE LA EMPRESA	2
2.1	DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA	2
2.1.1	JERZEES NUEVO DÍA.....	3
2.1.2	MISIÓN	4
2.1.3	VISIÓN	4
2.2	DESCRIPCIÓN DEL DEPARTAMENTO	5
2.3	ANTECEDENTES DEL PROBLEMA	6
2.4	OBJETIVOS	7
2.4.1	OBJETIVO GENERAL.....	7
2.4.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	7
III.	MARCO TEORICO	8
3.1	OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS EN LA MANUFACTURA	8
3.1.1	AUTOMATIZACIÓN DE LOS PROCESOS EN LA MANUFACTURA.....	8
3.2	CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE	11
3.2.1	PROGRAMACIÓN EN PLC.....	12
3.2.2	CARACTERÍSTICAS DEL PLC	13
3.2.3	CLASIFICACIÓN DE LOS PLC	14
3.3	VIBRACIONES MECÁNICAS	16
3.3.1	DISEÑO APROPIADO PARA PREVENCIÓN DE VIBRACIONES MECÁNICAS.....	17
3.3.2	DISEÑO ASISTIDO POR COMPUTADORA (CAD).....	18
3.4	SISTEMAS NEUMÁTICOS	19
3.4.1	ALIMENTACIÓN DE UN SISTEMA NEUMÁTICO.....	20
3.5	SENSORES Y ACTUADORES	21
3.5.1	SENSORES FOTOELÉCTRICOS.....	24
3.5.2	SENSORES DE POSICIÓN.....	25
3.5.3	MOTORES DE CORRIENTE CONTINUA	26
3.6	PROCESOS INDUSTRIALES	27
3.6.1	ERGONOMÍA.....	28
3.6.2	MTM (Motion Time Method).....	30
IV.	METODOLOGIA	32
4.1	VARIABLES DE INVESTIGACIÓN	32
4.1.1	VARIABLE INDEPENDIENTE.....	32
4.1.2	VARIABLE DEPENDIENTE.....	32
4.1.3	ENFOQUE Y MÉTODOS	33
4.2	POBLACIÓN Y MUESTRA	34
4.3	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS APLICADOS	34
4.3.1	OBSERVACIÓN CIENTÍFICA	34
4.3.2	GRUPOS FOCALES	35

4.4	FUENTES DE INFORMACIÓN	35
4.4.1	FUENTES PRIMARIAS.....	35
4.4.2	FUENTES SECUNDARIAS	35
4.5	CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	36
V.	DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO	36
5.1	PRUEBAS ELECTRÓNICAS Y MECÁNICAS DE LOS PROYECTOS	36
5.2	CAMBIO EN DISEÑO DE PROYECTOS	38
5.3	ANÁLISIS MTM	42
5.4	PRUEBAS CON OPERARIOS	43
VI.	CONCLUSIONES	46
VII.	RECOMENDACIONES	Error! Bookmark not defined.
VIII.	REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA	47

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1.	Logo Fruit of the Loom.....	2
Ilustración 2.	Logo Jerzees	3
Ilustración 3.	Organigrama de trabajo.....	6
Ilustración 4.	Temas que abarca la automatización de procesos en la industria	10
Ilustración 5.	Diagrama de funcionamiento del PLC	12
Ilustración 6.	Ejemplo diagrama de escalera	13
Ilustración 7.	Estructura PLC compacto	14
Ilustración 8.	Estructura PLC modular	15
Ilustración 9.	Impurezas encontradas en el aire.....	20
Ilustración 10.	Clasificación de los sensores.....	22
Ilustración 11.	Clasificación de los actuadores.....	23
Ilustración 12.	Comparación de los sensores fotoeléctricos.....	24
Ilustración 13.	Encoders	25

Ilustración 14. Enfoques de las clasificaciones de la ergonomía	29
Ilustración 15. Características de enfoque mixto.....	33
Ilustración 16. Proyecto dispensador de stickers.....	37
Ilustración 17. Proyecto dispensador de elástico.	37
Ilustración 18. Estructura de dispensador con ejes metálicos.....	38
Ilustración 19. Rodo en madera propuesto, rodo impreso en 3D para instalarlo. ..	39
Ilustración 20. Rodo de madera en pruebas, con resultado exitoso.	39
Ilustración 21. Cambio de panel de control.....	40
Ilustración 22. Cambio en base para mecanismo de rodos.	41
Ilustración 23. Motor original de 20 rpm.	41
Ilustración 24. Motor nuevo de 120 rpm	42
Ilustración 25. Resultados del análisis MTM	43
Ilustración 26. Dispensador de stickers instalado en piso para pruebas.	44
Ilustración 27. Pruebas con asociado del proyecto dispensador de elástico.	45

I. INTRODUCCIÓN

En la industria de plantas de costura el ser humano es el recurso más importante para la producción, ya que, en conjunto con las máquinas de costura, las personas son esenciales para manejar el producto manualmente de la mejor manera para obtener un trabajo con calidad.

En la empresa se certifica al empleado con métodos de costura dependiendo de la operación que se realice y es aquí donde el departamento de procesos cumple con su trabajo, verificando que los métodos sean los correctos para que no se produzca fatiga en la persona por movimientos incorrectos, la importancia de la ingeniería en el departamento de procesos es que amplía las visiones que se tiene de ellos. En este caso, la ingeniería mecatrónica es muy útil y logra aportar con mejoras en diferentes ámbitos, ya que, reúne disciplinas como la mecánica, la electrónica, la informática, el control y la automatización de los procesos industriales. Esto le permite al profesional resolver y brindar soluciones orientándose no solo en una rama, lo que ayuda a resolver los problemas que actualmente pueda presentar la industria para crear la mejor solución en las actividades humanas.

Como todas las industrias en la actualidad Jerzees Nuevo Día busca la innovación e implementación de proyectos automatizados para lograr un mejor control de las operaciones y que beneficien al ser humano a alcanzar una mayor capacidad en sus actividades a realizar. En este informe se busca exponer las actividades realizadas en Jerzees Nuevo Día durante la práctica profesional, detallando los procedimientos llevados a cabo para establecer mejoras en los proyectos asignados por la empresa, brindando progresos en las áreas en las que el departamento de procesos busca crecer y mantener una eficiencia estable o mayor a la que ya trabajan.

II. GENERALIDADES DE LA EMPRESA

2.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

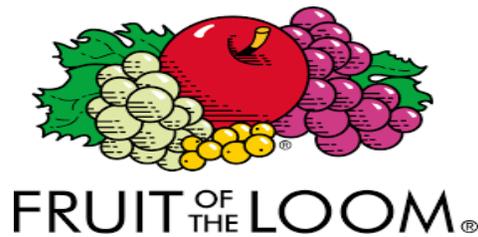


Ilustración 1. Logo Fruit of the Loom

Fuente: Fruit of the Loom

Fruit of the Loom es una marca global que ofrece camisetas coloridas, vellón, calcetines, ropa interior y prendas de vestir a consumidores de todas las edades. Su familia de marcas se dedica a enriquecer todos los días a través del confort, el rendimiento y la diversión. Para ello, se diseñan productos que están inspirados en los consumidores entregando un servicio que supera las expectativas de los clientes. Al igual se dedican a la responsabilidad social y ambiental de las comunidades a las que sirven en todo el mundo.

Realizando la mayor parte su propio hilado, tejido, acabado de telas, corte y costura. Más allá de la fabricación, están totalmente involucrados en cada paso del ciclo de vida de los productos. Desde el desarrollo, el empaquetado, el marketing y las ventas hasta la gestión y distribución del inventario de los clientes, Fruit es una corporación de principio a fin. Fruit of the Loom (2018)

En Honduras Fruit of the Loom comenzó en 1993, abriendo sus servicios con confecciones dos caminos ubicado en ZIP Villanueva y ampliándose en ZIP Buffalo, ZIP Choloma y ZIP El Porvenir.

2.1.1 JERZEES NUEVO DÍA



Ilustración 2. Logo Jerzees

Fuente: Fruit of the Loom

Jerzees Nuevo Día, S de R.L. forma parte de la corporación Fruit Of the Loom, la corporación cuenta con ocho plantas ubicadas en diferentes Parques Industriales de la Zona Norte, cuyo principal objetivo es la confección de camisetas, sudaderas, busos, calzoncillos para hombres, pantíes para mujeres y ropa interior para niños.

La planta Jerzees Nuevo Día inicio operaciones un 4 de Enero de 2010 con 132 empleados, actualmente cuenta con 1,050 empleados entre ellos 858 directos y 192 personal indirecto entre ellos los gerentes y jefes de cada departamento, auditores encargados de la calidad, entrenadores encargados del entrenamiento de las operaciones, supervisores que son los líderes de cada unidad, los mecánicos encargados del funcionamiento de la maquinaria, los Ayudantes de Producción encargados del abastecimiento de las operaciones , los de suministros que son los que reciben la materia prima y los encargados de la exportación y los de mantenimiento responsables del buen funcionamiento del aire comprimido y aire acondicionado, así como de los pallet Jack y montacargas.

La empresa Jerzees Nuevo Día se encuentra ubicada en Zip Choloma Edificios B y P Colonia La Mora, Frente a Mall las Américas, Choloma Cortes.

JERZEES® Activewear está diseñado para proporcionar la plataforma perfecta para todo tipo de decoración de prendas de vestir y embellecimiento. Desde camisetas deportivas hasta prendas de lana y camisetas, tenemos cubiertas tus necesidades de artesanía, ropa de equipo y corporativas. Jerzees (2018)

2.1.2 MISIÓN

Somos una Compañía líder en la confección de prendas de vestir de marcas mundialmente reconocidas.

Somos un equipo de trabajo comprometido con el mejoramiento continuo de nuestros procesos y sistemas para satisfacer las expectativas de nuestros consumidores en calidad, costo y entrega.

A través de un ambiente seguro de trabajo, logramos estabilidad, desarrollo personal y el bienestar de nuestras familias.

2.1.3 VISIÓN

Llegar a ser líderes a nivel mundial en la confección de prendas de vestir, logrando la satisfacción de nuestros clientes, a través de alta calidad y precio competitivo.

2.2 DESCRIPCIÓN DEL DEPARTAMENTO

El departamento de procesos tiene como función realizar actividades y estudios de capacidades en cada uno de los procesos de la empresa para desarrollar mejoras en la misma. En Jerzees Nuevo Día el departamento de procesos se subdivide en cinco áreas: conversiones, producto, investigación y desarrollo, calidad y rates.

El área de conversiones consiste en crear espacios nuevos para poder implementar más celdas de trabajo sin afectar las que ya existen. El área de productos busca crear ahorros cuando se realiza un producto, esto, por medio de mejoras con proyectos. El área de investigación y desarrollo tiene como fin desarrollar proyectos mecánicos o electromecánicos para aportar facilidad en los procesos de costura, con la finalidad de conseguir mejoras ya sea en reducción de movimientos por parte del operario, incremento de producción, mejora en calidad del producto costurado, alta eficiencia o reducción de tiempos que toma un proceso. El área de calidad siempre busca que los productos se mantengan al 100% de calidad según el requerimiento que tiene el cliente. Por último, el área de rates es el encargado en hacer un análisis en cada uno de los proyectos que se quieran implementar, análisis en ergonomía, costo por producción, docenas por hora que se deben realizar, cuanto personal se necesita para poder completar un producto, entre otras cosas. Es muy importante saber que todas estas áreas se deben complementar una con la otra cuando se llevan a cabo proyectos, ya que dependen una de la otra.

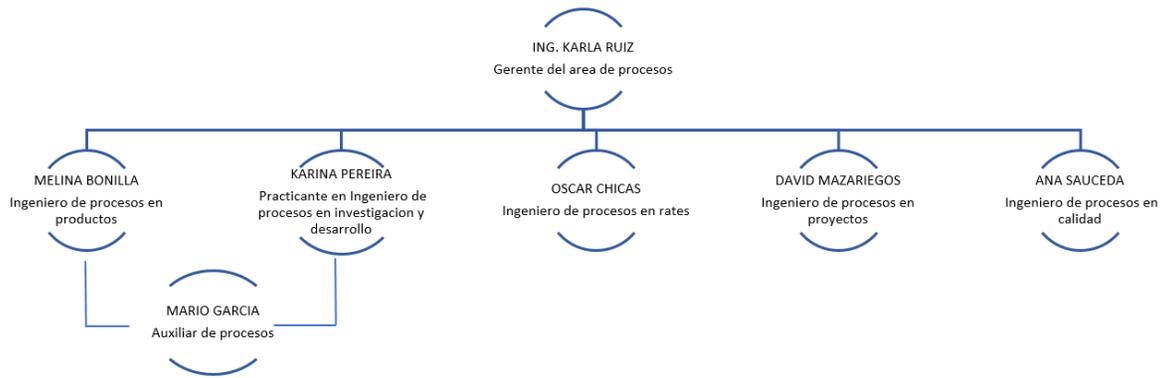


Ilustración 3. Organigrama de trabajo

Fuente: Propia

2.3 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

Por falta de seguimiento a los proyectos, se detecta retraso en manufactura y funcionamiento, provocando tiempo tardío para hacer pruebas con el asociado y realizar estudios de movimientos y aprobar si el proyecto es factible para la empresa.

Cuando se habla de retraso en manufactura y funcionamiento se refiere a que los proyectos no se encontraban completos, por ende, el funcionamiento de estos no es lo esperado por la empresa. Por el hecho de que ya se ha hecho una inversión en ellos, la empresa busca darles seguimiento para poder tomar una decisión de continuar el proyecto para poder ubicarlo en el área de producción o terminar con las pruebas porque el proyecto no será viable y no dará ningún beneficio monetario a la empresa.

2.4 OBJETIVOS

2.4.1 OBJETIVO GENERAL

Dar seguimiento a los proyectos enfocándose en las áreas de interés por el departamento de procesos, calidad, eficiencia y producción, esto, para poder encontrar viabilidad de estos.

2.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Conocer el funcionamiento de los proyectos a los que se busca darle seguimiento, al igual, con los procesos actuales que realizan los asociados.
- Realizar mejoras mecánicas y en conexiones electrónicas para poder conseguir un correcto funcionamiento del proyecto.
- Llevar a cabo pruebas de los proyectos con los asociados para poder hacer estudio de movimientos y buscar oportunidades de mejoras en el proyecto.

III. MARCO TEORICO

3.1 OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS EN LA MANUFACTURA

En los procesos de manufactura se puede observar y analizar los factores que influyen en la eficiencia y calidad de nuestro producto final, como ser, los tiempos ociosos, tiempos muertos, cuellos de botella, paros de máquinas, entre otros. Para lograr optimizar el proceso en un proyecto se debe observar los procedimientos que este lleva a cabo para obtener el producto esperado. Siendo una de las partes más importantes que el diseño, espacio y la influencia que nuestro proyecto pueda tener en la ergonomía de nuestro operario.

3.1.1 AUTOMATIZACIÓN DE LOS PROCESOS EN LA MANUFACTURA

Existen diferentes áreas de manufactura en cual la automatización puede ser útil, en el monitoreo y mantenimiento de máquinas, en sistemas de control que necesiten mínima supervisión por parte de un operario, construcción de piezas electrónicas, construcción de piezas mecánicas. Pero es esencial saber que la automatización influye mucho en la productividad de la industria.

La productividad también se convirtió en una mayor preocupación. En general, definida como "producción total por empleado por hora", mide básicamente la eficiencia operativa. Por lo tanto, una operación eficiente optimiza el uso de todos los recursos, tales como materiales, energía, capital, mano de obra, maquinaria y tecnología actualizada. Con los rápidos avances de la ciencia y tecnología de la manufactura, la eficiencia de las operaciones de manufactura empezó a mejorar y, como resultado, el porcentaje de la mano de obra en el costo total empezó a declinar. En el mejoramiento de la productividad, los elementos importantes han sido la mecanización, la

automatización y el control del equipo y los sistemas de manufactura. (Kalpakjian, Schmid, & Espinoza Limón Jaime, 2008, p. 1144)

Como bien menciona Kalpakjian el mecanizado, la automatización y el control del equipo y sistemas van de la mano. Para todo proyecto automatizado es necesario mecanizar los componentes que construyen y nos facilitan el funcionamiento de este, por lo tanto, esto nos permite tener un buen control del equipo. En el área de procesos no puede faltar el mecanizado para las máquinas que se utilizan, es de vital importancia que en la manufactura se manejen talleres con herramientas de buena calidad y útiles para poder realizar el mecanizado de piezas con mayor agilidad.

La mecanización controla una máquina o un proceso mediante diversos dispositivos mecánicos, hidráulicos, neumáticos y eléctricos. Alcanzo su auge en la década de 1940. A pesar de sus beneficios, en las operaciones mecanizadas el trabajador sigue participando en un proceso específico directamente y debe verificar cada paso del desempeño de una máquina. Por ejemplo, si (a) una herramienta de corte se rompe durante el maquinado; (b) las partes se sobrecalientan durante el tratamiento término; (c) el acabado superficial empieza a deteriorarse en el rectificado, o (d) las tolerancias dimensionales se vuelven demasiado grandes en el formado de láminas metálicas, el operador debe intervenir, cambiar uno o más de los parámetros del proceso correspondiente y ajustar las máquinas, lo que requiere bastante experiencia. (Fenoll, Borja, & Herrera, 2009, p. 78)

En la actualidad la automatización se ha implementado en la industria, esto se debe a que ayuda a optimizar los procesos, ya sea en reducción de tiempos, reducción de movimientos, incremento de la eficiencia, incremento en la productividad, etc.

El cambio actual en los procesos de trabajo ha intentado plasmar la automatización en éstos, y, en general, ha tratado de dotar a todas las actividades humano-productivas de los medios proporcionados por la informática, es decir, racionalizar y automatizar la información entre los individuos. Este gran salto de las sociedades contemporáneas se refiere a la realización de los procesos relativos al intelecto humano, mediante la

utilización de dispositivos electrónicos llamados computadoras, los cuales se encargan de almacenar y proporcionar datos, realizar complejos análisis e interpretaciones de estos, para producir información que pueda ser utilizada por el ser humano. (Tunal S., 2005, p. 3)

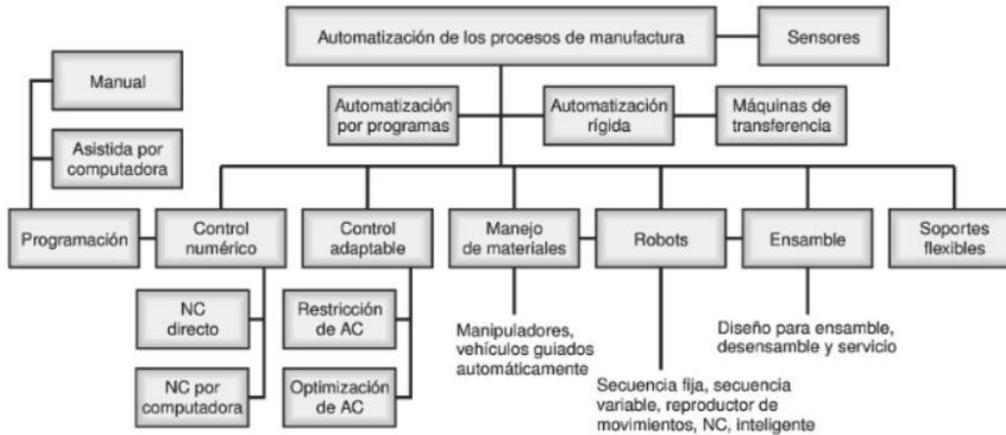


Ilustración 4. Temas que abarca la automatización de procesos en la industria

Fuente: (Kalpakjian et al., 2008, p. 1144)

No se debe olvidar que la automatización es funcional gracias a los sistemas de control, donde se hace el uso de softwares para programar, diseñar, cálculos matemáticos. La tecnología nos brinda la facilidad de contar con sistemas de control de diferentes tipos de dificultades. Ahora existe la oportunidad de obtener cursos en línea, o inclusive esmerarse un poco y estudiar con toda la información que encontramos. La mayoría de los softwares pueden comprarse en línea de esta manera disfrutar de aprender dinámicamente.

El control numérico es un sistema de fabricación automatizada mediante la ejecución de programas en los que se describen las acciones de la máquina (arranque, parada, etc.) y los movimientos de la herramienta necesarios para obtener el producto final (pieza). La elaboración de estos programas es los que denominamos "Programación de control numérico". La programación es, por tanto, la base del control numérico y es

absolutamente indispensable que cualquier operario que intervenga en el proceso de fabricación a través de este sistema, ya sea en la oficina técnica o en el taller, lo conozca en profundidad. (Tornero, 2012, p. 12)

3.2 CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE

En la actualidad los PLC se han convertido en una herramienta de uso frecuente en el área de procesos de las industrias, debido a la confiabilidad y eficiencia que estos brindan en duración de ciclos repetitivos, monitoreo, entre otros.

Un controlador lógico programable es un dispositivo electrónico que usa una memoria programable para guardar instrucciones y llevar a cabo funciones lógicas, de secuencia, sincronización, de conteo y aritméticas para controlar máquinas y procesos diseñados específicamente para programarse con facilidad. Este tipo de procesadores se denomina "lógico" debido a que la programación tiene que ver principalmente con la ejecución de operaciones lógicas y de conmutación. Los dispositivos de entrada (como interruptores) y los dispositivos de salida (como motores) que están bajo control se conectan al PLC, y después el controlador monitorea las entradas y salidas de acuerdo con el programa almacenado por el operador en el PLC con el que controla máquinas o procesos. (Bolton, 2002, p. 423)



Ilustración 5. Diagrama de funcionamiento del PLC

Fuente: (Bolton, 2002, p. 423)

3.2.1 PROGRAMACIÓN EN PLC

Al haber programado en el PLC y tener realizado un cableado no es necesario cablear de manera distinta para que nuestro dispositivo de salida actúe diferente, simplemente se establece una nueva programación por medio del software correspondiente a nuestro PLC. La forma más común de programar en este tipo de controlador es llamada programación en escalera o Ladder.

La programación de un PLC basada en diagrama de escalera consiste en elaborar un programa de forma similar a como se dibuja un circuito de contactos eléctricos. El diagrama de escalera tiene dos líneas verticales que representan las líneas de alimentación. Los circuitos están conectados como líneas horizontales, es decir, los escalones de la escalera, entre estos dos verticales. La Ilustración 5 muestra los símbolos estándar básicos que se usan y un ejemplo de escalones en un diagrama de escalera. En el diseño de la línea del circuito para un escalón, las entradas siempre deben preceder a las salidas y debe haber al menos una salida en cada línea. Cada escalón debe empezar con una entrada o una serie de entradas y terminar con una salida. (Bolton, 2013, p. 473)

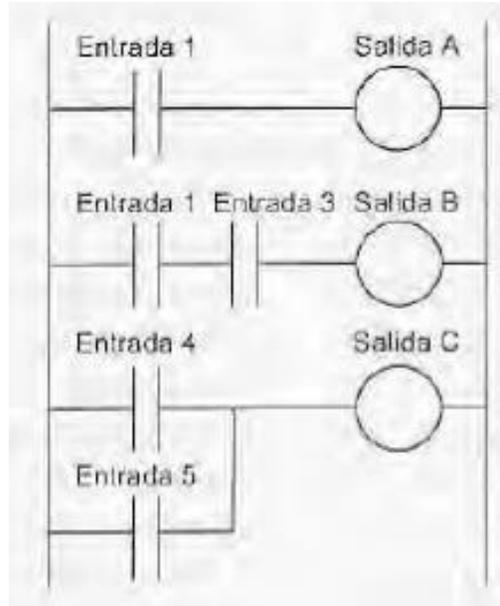


Ilustración 6. Ejemplo diagrama de escalera

Fuente: (Bolton, 2013, p. 473)

3.2.2 CARACTERÍSTICAS DEL PLC

Las características de los PLC varían dependiendo su función o su marca, pero en ellos siempre podremos encontrar las siguientes especificaciones:

- Modelo
- Voltaje de entrada/salida
- Número de entradas/salidas
- Amperaje
- Temperatura tolerable

3.2.3 CLASIFICACIÓN DE LOS PLC

Para poder clasificar el controlador lógico programable, se toma en cuenta dos características que este tiene, su forma de construcción y la capacidad y cantidad de entradas y salidas que el PLC posee.

Construcción: Se puede clasificar a los controladores en compactos o modulares.

- Los compactos alojan todas sus partes, tales como interfaces de entradas, de salidas, CPU y fuente de alimentación, en un mismo gabinete. Esta construcción compacta se da solamente en controladores de baja cantidad de entradas y salidas, comúnmente llamados micro PLC. Las unidades de expansión son simplemente entradas y salidas que se vinculan al equipo compacto mediante una conexión al bus de datos. La mayor ventaja que ofrecen es su bajo costo, y las desventajas residen en las limitaciones a la hora de expandir el equipo. En la ilustración 6 se puede observar la estructura de este tipo de PLC, donde nos señala cada una de las terminales que tiene y para que funcionan. Daneri & e-libro (2009)

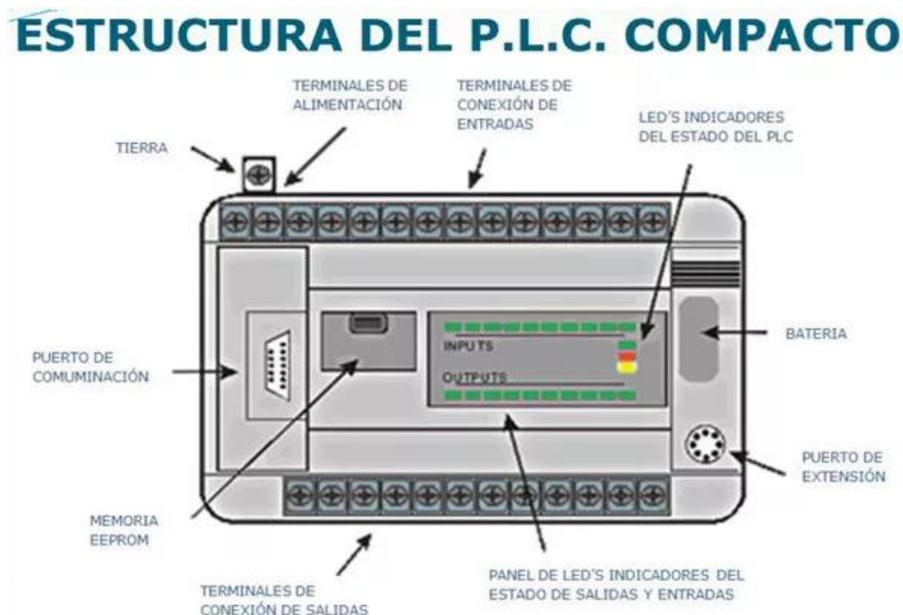


Ilustración 7. Estructura PLC compacto

Fuente: (Book Lover, s.f)

- En los modulares, su fuente de alimentación, CPU e interfaces de entradas y salidas, son partes componibles que se arman sobre un bastidor, base de montaje o rack, permitiendo conformar un PLC según la necesidad de la aplicación, se puede observar en la ilustración 7 como van ubicados estos componentes en la base de montaje. Su capacidad de ampliación es muy superior a la de los compactos y disponen de mayor flexibilidad a la hora del montaje. Como desventaja, su construcción completamente modular posee un mayor costo cuando se emplean poca cantidad de canales de entradas y salidas. Daneri & e-libro (2009)



Ilustración 8. Estructura PLC modular

Fuente: (Book Lover, s.f)

- **Capacidad y cantidad de entradas y salidas (E/S):** Si bien no se puede establecer una clasificación exacta de acuerdo con la capacidad, los fabricantes ofrecen diversas características, tales como el tamaño de su memoria, la cantidad de puertos de comunicación, el conjunto de protocolos de comunicación que soporta, su repertorio de

instrucciones, etc., que diferencian tecnológicamente unos modelos de otros. Algunas marcas además definen como parámetros de selección la cantidad máxima de entradas y salidas que el controlador puede manejar. Este indicador permite clasificar a los PLC de la siguiente forma:

- Micro PLC: hasta 64 E/S.
- PLC pequeño: 65 a 255 E/S.
- PLC mediano: 256 a 1023 E/S.
- PLC grande: más de 1024 E/S. Daneri & e-libro (2009)

3.3 VIBRACIONES MECÁNICAS

Cuando se trabaja con estructuras que sostienen un mecanismo donde surge movimiento, es común detectar y sufrir vibraciones mecánicas, ya que, estas son encontradas en casi todas las máquinas ya sea en mayor o menor frecuencia.

Una vibración mecánica es el movimiento oscilatorio, periódico de una partícula o cuerpo alrededor de una posición de equilibrio. La mayoría de las vibraciones en máquinas y estructuras son indeseables debido al aumento de los esfuerzos y a las pérdidas de energía que las acompañan. Por lo tanto, es necesario eliminarlas o reducirlas en el mayor grado posible mediante un diseño apropiado. El análisis de vibraciones se ha vuelto cada vez más importante en los últimos años debido a la tendencia actual para producir máquinas de más alta velocidad y estructuras más ligeras. Hay razones para esperar que esta tendencia continuara y que una incluso mayor necesidad de análisis de vibraciones se generara en el futuro. (Beer, Johnston, Cornwell, Ríos Sánchez, & Hidalgo Cavazos, 2010, p. 1216)

El mayor problema de no tratar de reducir y eliminar las vibraciones mecánicas cuando se detectan es que a medida el tiempo pasa los componentes están soportando cambios que no deberían,

como ser tensión, esfuerzo, calor elevada, por lo que se desgastan y se reduce su vida útil. Aparte de esto, se pueden sufrir problemas colaterales causando inconvenientes de ineficiencia y calidad en el proceso.

3.3.1 DISEÑO APROPIADO PARA PREVENCIÓN DE VIBRACIONES MECÁNICAS

Como bien afirman Beer, Johnston, Cornwell, Rios Sanchez & Hidalgo Cavazos en el libro de mecánica vectorial es necesario eliminar o reducir las vibraciones mecánicas mediante un diseño mecánico apropiado, el cual se puede realizar por medio de trazados, dibujo técnico y diseño asistido por computadora, con la tecnología han surgido softwares que nos facilitan la visualización o función de un mecanismo, nos puede mostrar las tensiones que se crean en una estructura y las resistencias que estas pueden brindar dependiendo del material.

El diseño mecánico es el proceso de diseño o selección de componentes mecánicos para conjuntarlos y lograr una función deseada. Naturalmente los elementos de máquinas deben ser compatibles, acoplarse bien entre sí y funcionar en forma segura y eficiente. El diseñador no solo debe considerar el desempeño del elemento diseñado, sino también los elementos con que debe interactuar. (Mott & Guerrero Rosas, 2006, p. 14)

No se debe olvidar que los diseños mecánicos siempre deben ser llevados a cabo, supervisados o aprobados por una persona con experiencia en el área, que comprenda la física de los movimientos, la resistencia de los materiales que se esperan utilizar y también que los cálculos necesarios sean hechos para no sufrir desgaste rápido en los componentes de nuestro mecanismo.

3.3.2 DISEÑO ASISTIDO POR COMPUTADORA (CAD)

El diseño asistido por computadora mejor conocido como CAD es capaz de brindarnos facilidad para esquematizar componentes esenciales para la ingeniería, uno de los programas más conocidos para el diseño de componentes de alta calidad es Solidworks, un software que nos facilita diseñar piezas, estructuras, ensambles de engranajes, juego de poleas y al igual podemos visualizar los movimientos que estos vayan a tener una vez ensamblados.

SolidWorks es una solución de diseño tridimensional completa que integra un gran número de funciones avanzadas para facilitar el modelado de piezas, crear grandes ensamblajes, generar planos y otras funcionalidades que le permiten validar, gestionar y comunicar proyectos de forma rápida, precisa y fiable.

SolidWorks se caracteriza por su entorno intuitivo y por disponer de herramientas de diseño fáciles de utilizar. Todo integrado en un único programa de diseño con más de 45 aplicaciones complementarias para facilitar el desarrollo de sus proyectos.

La característica que hace que SolidWorks sea una herramienta competitiva, ágil y versátil es su capacidad de ser paramétrico, variacional y asociativo, además de usar las funciones geométricas inteligentes y emplear un gestor de diseño (FeatureManager) que permite visualizar, editar, eliminar y actualizar cualquier operación realizada en una pieza de forma bidireccional entre todos los documentos asociados. (Gómez Gonzáles, 2008, p. 18)

Las ventajas al trabajar en la manufactura con un programa de ingeniería es que brinda tanto al diseñador como al constructor una amplia comprensión e interacción con el producto que se desea obtener. Para las empresas utilizar un software como Solidworks le brinda el beneficio de crear una base de datos de todos los componentes o máquinas con las que cuenta. CAD puede ser utilizado en alta gama de industrias, como ser, aeroespacial, textil, electrónica, automotriz, entre otras.

3.4 SISTEMAS NEUMÁTICOS

Los sistemas neumáticos han sido utilizados en la industria para facilitar movimientos por parte de las personas, reduciéndoles fatiga por medio de la disminución de peso o esfuerzo aplicado por el hombre. Este tipo de sistemas requiere de un mantenimiento constante para que su rendimiento pueda ser amplio.

En la actualidad, la necesidad de automatizar la producción no afecta únicamente a las grandes empresas, sino también a la pequeña industria. Incluso la industria artesana se ve obligada a desarrollar métodos de producción racionales que excluyan el trabajo manual y no dependan de la habilidad humana, La fuerza muscular y la habilidad manual deben ser sustituirse por la fuerza y precisión mecánica. La <fuerza neumática> puede realizar muchas funciones mejor y más rápidamente, de forma más regular y sobre todo durante más tiempo sin sufrir los efectos de la fatiga. Comparando el trabajo humano con el de un elemento neumático, se comprueba la inferioridad del primero en lo referente a capacidad de trabajo. (Deppert & Stoll, 2001, p. 9)

Como afirma Deppert & Stoll, los sistemas neumáticos nos brindan muchas ventajas en el área de fuerza y precisión, pero como todo sistema también puede presentar desventajas. En el caso de los sistemas neumáticos una de las características más difíciles de manejar es mantener una velocidad estable de salida, esto sucede por la alimentación que le brinda el compresor, sucede que si existen fugas la presión con la que el aire comprimido fluirá hasta el cilindro neumático se verá disminuida en el camino, provocando pérdida de velocidad. Los sistemas neumáticos también llegan a ser un costo de energía alta por la alimentación eléctrica que debe mantener el compresor. Ahora en días han surgido compresores con diferentes características que pueden brindar ahorros energéticos, sin embargo, no se podrá conseguir un costo estable de energía consumida.

3.4.1 ALIMENTACIÓN DE UN SISTEMA NEUMÁTICO

Los sistemas neumáticos son alimentados por aire comprimido, el correcto uso de este componente es de vital importancia para el sistema, al igual que el proceso por el cual debe de someterse antes de ser aplicado a la máquina.

El aire comprimido, por el hecho de comprimirse, comprime también todas las impurezas que contiene, tales como polvo, hollín, suciedad, hidrocarburos, gérmenes y vapor de agua. A estas impurezas se suman las partículas que provienen del propio compresor, tales como polvo de abrasión por desgaste, aceites y aerosoles y los residuos y depósitos de la red de tuberías, tales como oxido, cascarilla, residuos de soldadura y las sustancias hermetizantes que pueden producirse durante el montaje de las tuberías y accesorios. (Creus Solé, 2008, p. 128)

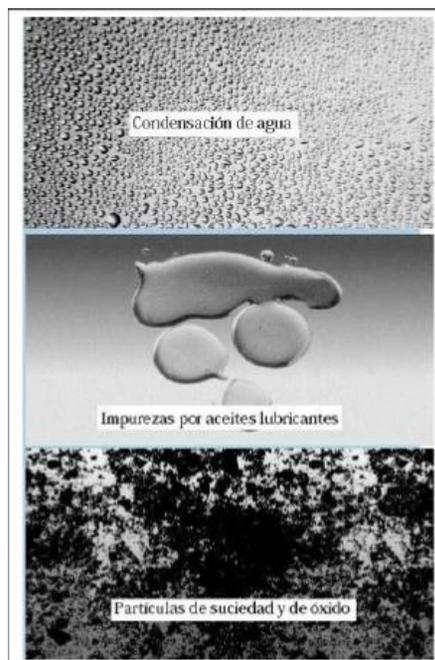


Ilustración 9. Impurezas encontradas en el aire

Fuente: (Creus Solé, 2008)

En la ilustración 9 se pueden apreciar las impurezas más comunes encontradas en el aire.

Estas impurezas pueden crear partículas más grandes (polvo + aceite) por lo que dan origen muchas veces a averías y pueden conducir a la destrucción de los elementos neumáticos. Es vital eliminarlas en los procesos de producción de aire comprimido, en los compresores y en el de preparación para la alimentación directa de los dispositivos neumáticos. Por otro lado, desde el punto de vista de prevención de los riesgos laborales, el aire de escape que contiene aceite puede dañar la salud de los operarios y, además, es perjudicial para el medio ambiente. (Creus Solé, 2008, p. 128)

Para la prevención de impurezas en el aire comprimido, se debe asegurar controlar el proceso adecuado en el sistema, el cual debería de sobrellevar tres fases, la eliminación de partículas gruesas, el secado y preparación fina del aire. Para cumplir cada una de estas tres fases debemos asegurar contar con los componentes necesarios en nuestro sistema neumático, de lo contrario nos podría contraer problemas a largo plazo que el aire comprimido se encuentre contaminado.

3.5 SENSORES Y ACTUADORES

Cuando se implementa la automatización en la industria los sensores y actuadores juegan un rol muy importante, estos componentes son necesarios para poder controlar los procesos automáticamente, existe una amplia gama de sensores y actuadores, cada uno con características diferentes que logran ser versátiles con los diferentes métodos que se llevan a cabo en la industria.

A diferencia de un transductor, el sensor solo puede ser un dispositivo de entrada, ya que este último siempre será un intermediario entre la variable física y el sistema de medida. Así que en el caso de un sensor no basta con transformar la energía, este debe tener el tipo de dominio requerido. Hoy día, los sensores entregan señales eléctricas a la salida, ya sean analógicas o digitales, debido a que este tipo de dominio físico es el más utilizado en los sistemas de medida actuales. Los sensores pueden clasificarse de muchas

formas distintas, pero las más comunes son por el tipo de variable a medir o por el principio de transducción utilizado. (Germán Corona Ramírez, 2014)

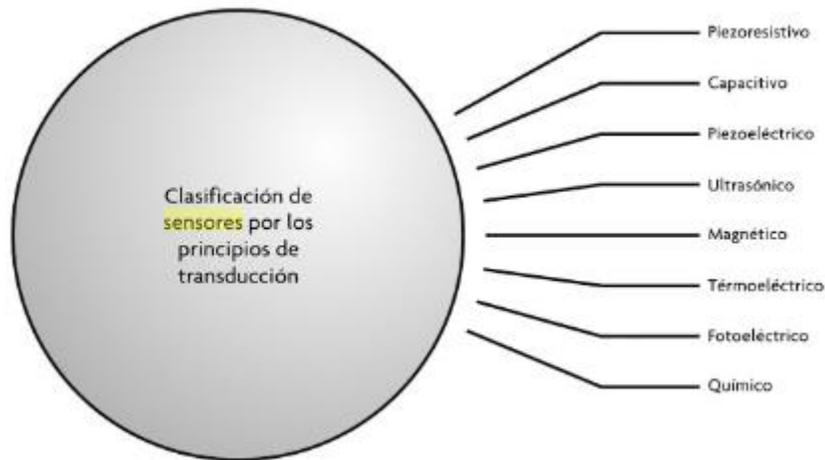


Ilustración 10. Clasificación de los sensores

Fuente: (Germán Corona Ramírez, 2014)

En la ilustración 10 se puede observar la clasificación que tienen los sensores según los principios de transducción, no obstante, se debe saber que no es la única forma de clasificar los sensores, ya que, existen otros principios que tienen una clasificación distinta a la que se puede apreciar en la ilustración 10.

Un actuador es un dispositivo con la capacidad de generar una fuerza que ejerce un cambio de posición, velocidad o estado de algún tipo sobre un elemento mecánico, a partir de la transformación de energía. Por lo regular, actuadores se clasifican en dos grandes los grupos:

- 1) Por el tipo de energía utilizada: actuador neumático, hidráulico y eléctrico.

2) Por el tipo de movimiento que generan: actuador lineal y rotatorio. (Germán Corona Ramírez et al., 2014, p. 17)

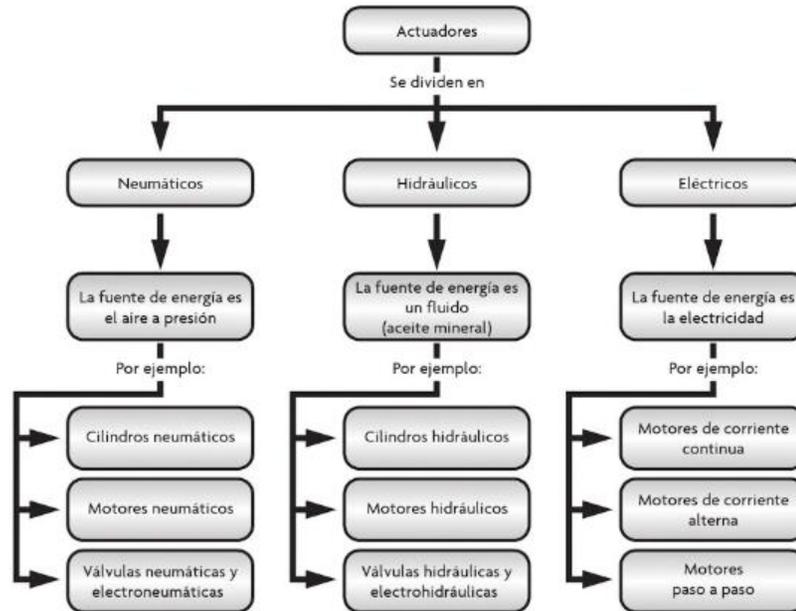


Ilustración 11. Clasificación de los actuadores

Fuente: (Germán Corona Ramírez et al., 2014, p. 17)

En la ilustración 11 brinda un mapa conceptual de la clasificación de los actuadores, donde se puede observar que se divide en neumáticos, hidráulicos y eléctricos. Cada clasificación proporciona el tipo de alimentación que estos sistemas requieren para poder funcionar, al igual se pueden conocer ejemplos de estos tipos de sistemas. En la industria se puede encontrar al menos 2 de estos tipos de sistemas lo que nos orienta que, siendo complementados con los sensores, el control de estos actuadores puede ser automático en los procesos.

3.5.1 SENSORES FOTOELÉCTRICOS

(Zarate Silva, 2013) afirma: “Los sensores fotoeléctricos son de lo más utilizados por su versatilidad. El principio básico es muy simple. Se crea una barrera de luz infrarroja y cualquier objeto que interrumpa esa barrera será inmediatamente detectado. Existen tres tipos de sensores fotoeléctricos” (p. 115).

	De barrera	Difuso	Retro reflectivo
Configuración	Emisor y receptor por separado. Requiere alineación y cableado	Emisor y receptor en el mismo lugar. Luz reflejante por el objeto a detectar	Emisor y receptor en el mismo lugar. Se crea una barrera de luz que es reflejada por un espejo externo
Ventajas	Confiable, preciso, de largo alcance	Fácil de instalar y mantener	Fácil de instalar
Desventajas	Alambrado en ambos lados. Puesta en operación difícil por alineamiento	El rango del rendimiento depende de la superficie del objeto a detectar. Sensible al medio ambiente	Sensible al medio ambiente: polvo, líquidos
Rango	Hasta 40 metros	Pequeño, 1 o 2 metros	Hasta 10 metros con un buen espejo reflector
Región de detección	Hasta 15° de ángulo	Menos preciso de los tres	Más preciso que el difuso
Objeto oscuro/opaco a detectar	Bueno	Malo	Bueno
Objeto claro a detectar	Bueno	Malo	Malo
Objeto transparente a detectar	A veces	A veces	Bueno
Objeto negro a detectar	Bueno	Nunca	Malo

Ilustración 12. Comparación de los sensores fotoeléctricos

Fuente: (Zarate Silva, 2013)

La ilustración 12 nos muestra la comparación de las características según las divisiones de los sensores fotoeléctricos, en el caso del sensor fotoeléctrico difuso como bien nos describe la configuración, es un sensor donde tanto el emisor como el receptor se encuentran en el mismo lugar o gabinete, y es el cuerpo del objeto a detectar el que actúa como un espejo reflector para el sensor. Este tipo de sensor solo trabaja con rangos pequeños de distancia, sin embargo, es muy fácil de manejo y uso.

3.5.2 SENSORES DE POSICIÓN

En mecatrónica el tipo de sensores más utilizados para medir el desplazamiento son los potenciómetros, resolvers y encoders. A pesar de que existen estos tres diferentes sensores en la industria, se puede apreciar que el que requiere más uso son los encoders, ya que, tiene ciertas ventajas como ser el costo, exactitud y fácil programación.

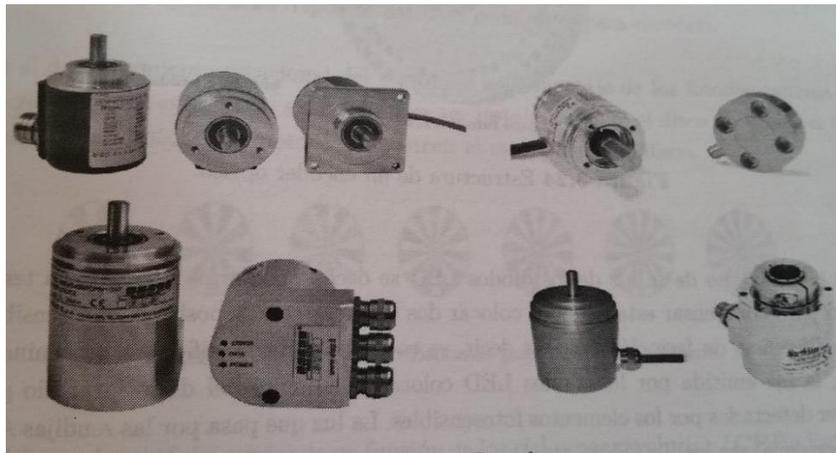


Ilustración 13. Encoders

Fuente: (Reyes Cortés, Cid Monjaraz, & Vargas Soto, 2013)

Los encoders son sensores digitales que miden la posición de los robots y de cualquier sistema mecatrónico con servomotores como los que se pueden apreciar en la ilustración 13. La tecnología del encoder es optoelectrónica por lo que también se les denomina encoders ópticos que a su vez se clasifican en incrementales y absolutos.

La salida del encoder incremental es un tren de pulsos cuadrados, cuyo número de pulsos representa la parte proporcional del ángulo de rotación. Por cada fracción de desplazamiento rotacional en la flecha del servomotor, el encoder incremental cambia su salida por transición, es decir de un nivel lógico bajo hacia un nivel lógico alto. La posición medida por el encoder es relativa a la última posición o posición anterior, por eso el encoder incremental se conoce también como encoder relativo. Los pulsos no

representan el valor absoluto de la posición, en tal caso el valor absoluto de la posición viene dado por acumular los pulsos de salida; la contabilidad de esos pulsos se lleva a cabo por un circuito electrónico contado de pulsos. (Reyes Cortés et al., 2013, p. 127)

Como se puede comprender según Reyes Cortés, los sensores con mayor precisión y de los cuales se obtiene mejores resultados es de los encoders, aparte de que existe una gama amplia en sus características de tamaño, también se encuentran muchos encoders con variación en el voltaje para poder alimentarlos. La instalación de estos dispositivos es muy fácil ya que puede acoplar su eje como mejor nos convenga y en la posición que deseemos, igual se pueden encontrar encoders con variación en el diámetro de su eje y fuerza de torsión.

3.5.3 MOTORES DE CORRIENTE CONTINUA

Los motores de corriente continua también conocidos como motores DC son actuadores de la rama eléctrica, estos actuadores son muy utilizados en la industria por la versatilidad de características, como ser, su tamaño, torque, revoluciones por minuto. Es muy importante tomar en cuenta que cuando se quiere comprar un motor se debe de especificar estas características al proveedor, por lo que se debe hacer un estudio y cálculos antes de decidir que uso se le dará al motor para no forzarlo y evitar dañarlo.

Los motores de corriente continua (CC) son los actuadores que podemos conseguir con mayor facilidad, y que seguramente estarán presentes en muchos de nuestros robots. En general, están formados por dos imanes pegados a la carcasa del motor y un conjunto de bobinas de cobre en el eje del motor. El funcionamiento se basa en la atracción o la repulsión entre el campo magnético que se genera en las bobinas por el paso de la electricidad y los imanes que se encuentran alrededor de ellas. (Zabala, 2007, p. 155)

Se debe tomar en cuenta que para interactuar con un motor de corriente continua es necesario tener el conocimiento técnico, ya que se debe tener mucha precaución desde el momento de arranque de estos. Por lo tanto, hay precauciones que se pueden tomar.

- Antes de alimentar con tensión asegurarse de que están conectados todos los circuitos del motor y las chapas que unen los bornes están en el lugar que les corresponde.
- Las escobillas tendrán el apriete (presión) que les corresponda, ni más, ni menos.
- Las vibraciones que pudieran darse en el curso de la subida en velocidad o durante la marcha en carga.
- Elevación anormal de la temperatura en ciertas partes del motor.
- Ruidos anormales que pudieran producirse.
- Chisporroteo anormal entre escobillas y colector. Cuando las escobillas son nuevas, se deben adaptar al colector, y esto da lugar a un desgaste mayor.
- Los acoplamientos entre motor a reductor o a máquina, estarán equilibrados, para evitar vibraciones que pudieran afectar al motor y a los elementos accionados. (Roldán Vilorio, 2014, p. 140).

3.6 PROCESOS INDUSTRIALES

En la industria poder sostener la calidad de un producto siempre es un reto, por la rotación de personal, cambio de procesos, cambio del producto, entre otras cosas. Por lo que estudiar y analizar de manera profunda los procesos industriales que serán implementados ha llegado a ser de gran relevancia para las empresas.

Los procesos industriales son el conjunto de operaciones diseñadas para la obtención, transformación o transporte de uno o varios productos primarios. Siendo el propósito de un proceso industrial el aprovechamiento eficaz de los recursos naturales de forma tal que éstos se conviertan en materiales, herramientas y sustancias capaces de satisfacer más fácilmente las necesidades de los seres humanos y por consecuencia mejorar su calidad

de vida. Las fases básicas de un proceso industrial son cinco: manipulación de la materia prima, operaciones físicas de acondicionamiento de dicha materia, reacción química para su transformación, separación y elaboración de productos. (Figuera Vinué, 2006, p. 126)

Dentro de los procesos industriales podemos encontrar el estudio de la ergonomía, el estudio de los tiempos y movimientos que una persona debe de realizar para poder completar un proceso.

3.6.1 ERGONOMÍA

En la industria de las maquilas el estudio de la ergonomía para cada proceso debe ser primordial. Por el hecho de que se cuenta con mucho personal, se debe de cuidar que no sufran de fatiga u otros dolores causados a los movimientos constantes que hacen en sus horas laborales.

Una definición de ergonomía debiera recoger, a nuestro entender, los elementos condicionantes que enmarcan su realización. Por ello podríamos pensar en la ergonomía como en una actuación que considerara los siguientes puntos:

- 1) Objetivo: mejora de la interacción P-M, de forma que la haga más segura, más cómoda, y más eficaz: esto implica selección, planificación, programación, control y finalidad.
- 2) Procedimiento pluridisciplinar de ingeniería, medicina, psicología, economía, estadística, etc, para ejecutar una actividad.
- 3) Intervención en la realidad exterior, o sea, alterar tanto lo natural como lo artificial que nos rodea; lo material y lo relacional.
- 4) Analizar y regir la acción humana: incluye el análisis de actitudes, ademanes, gestos y movimientos necesarios para poder ejecutar una actividad; en un sentido más figurado implica anticiparse a los propósitos para evitar los errores.
- 5) Valoración de limitaciones y condicionantes del factor humano, con su vulnerabilidad y seguridad, con su motivación y desinterés, con su competencia e incompetencia.

- 6) Por último, un factor que debemos ponderar en su justo valor: el económico, sin el cual tampoco se concibe la intervención ergonómica. (Mondelo, Gregori Torada, & Barrau Bombardó, 2000, p. 21)

Aunque la ergonomía pueda ser definida o comprendida según Mondelo, hay diferentes maneras de poder definirlo, en palabras simples la ergonomía puede definirse como el estudio de la capacidad motriz de una persona al momento de interactuar con una máquina.

TAXONOMÍA	
ERGONOMÍA	PUESTO DE TRABAJO P-M
	SISTEMAS PP-MM
ERGONOMÍA	PREVENTIVA Diseño - Concepción
	CORRECTIVA Análisis de errores y rediseño
ERGONOMÍA	GEOMÉTRICA Postural, movim., entomos
	AMBIENTAL Iluminación, sonido, calor,...
	TEMPORAL Ritmos, pausas, horarios,...
	TRABAJO FÍSICO TRABAJO MENTAL

Ilustración 14. Enfoques de las clasificaciones de la ergonomía

Fuente: (Mondelo, Gregori Torada, & Barrau Bombardó, 2000)

En la ilustración 14 se puede observar los diferentes enfoques que tiene la ergonomía, en el primer enfoque se puede observar la interacción con la máquina, en el segundo enfoque se estudia la ergonomía de una forma preventiva o correctiva desde el momento en que se están elaborando los diseños y el tercer enfoque se inclina al estudio del ambiente en el que se encuentra trabajando la persona y como este puede afectarle.

3.6.2 MTM (Motion Time Method)

El MTM, es un sistema que nos ayuda a calcular tiempos y costos de los movimientos que se realizan por una persona en un proceso.

Para el desarrollo del sistema MTM, los creadores grabaron una gran variedad de operaciones manuales industriales y un estudio cuidadoso de los movimientos en operaciones industriales utilizados.

El procedimiento que se debe seguir al hacer un estudio MTM es:

- Dividir la operación en elementos de tamaño intermedio que comprenda no más de 12 movimientos. Ejemplo: tomar la pieza, colocarla en el mecanismo, cerrar mecanismo, iniciar alimentación.
- Identificar los movimientos MTM necesarios, usando las tablas.
- Registrar elementos y movimientos.
- Dar los valores de tiempos según tablas.
- Sumar los tiempos obtenidos para obtener el tiempo total de la tarea.
- Registrar la distribución del lugar de trabajo y describir el equipo usado. (Palacios Acero, 2014, p. 185)

Tabla 1. Movimientos y tiempos definidos por creadores del MTM

Movimientos Básicos	Tiempos Definidos
Alcanzar (reach)	Tiempos para alcanzar
Mover (move)	Tiempos para mover
Sujetar (grasp)	Tiempos para sujetar
Girar (turn)	Tiempos para girar
Soltar (release)	Tiempos para soltar
Ubicar (position)	Tiempos para ubicar
Desacoplar (disengage)	Tiempos para desacoplar
Apretar (compress)	Tiempos para apretar

Fuente: (Palacios Acero, 2014)

Este es un método muy utilizado en la industria para el análisis de los procesos de producción, sin la ayuda del MTM difícilmente se establecerían tiempos estándares para que el empleado pueda terminar un proceso. Se puede concluir que lo esencial del MTM son los movimientos que realiza la persona, ya que, podemos tomar en cuenta que muchas veces durante su proceso va a variar el peso de algún objeto que manejen, las distancias que tendrán que extender sus brazos e incluso el control que será ejercido dependiendo de la persona. Por lo tanto, cada vez que se realice este tipo de análisis se debe ser cuidadoso y observar cada proceso que puede afectar el método de trabajo.

IV. METODOLOGIA

4.1 VARIABLES DE INVESTIGACIÓN

4.1.1 VARIABLE INDEPENDIENTE

“Es la que antecede a una variable dependiente, a la cual determina; o también, la variable cuyos cambios de valor se presume que son causa de variaciones en los valores de otra variable llamada dependiente” (Niño Rojas, 2011, p. 60).

- Diseño apropiado del proyecto para el correcto funcionamiento

4.1.2 VARIABLE DEPENDIENTE

- Eficiencia
- Calidad
- Producción
- Ergonomía

4.1.3 ENFOQUE Y MÉTODOS

El enfoque utilizado durante el periodo de práctica ha sido un enfoque mixto, el cual se divide en el enfoque cualitativo y cuantitativo; siendo el cualitativo aquel que lleva a cabo un estudio profundo de una investigación o proyecto, donde se requiere obtener muestras y mediciones para poder corroborar las conclusiones, y el cuantitativo el que se lleva a cabo para observar los comportamientos que tiene un proyecto y el porqué de estos mismos. En la ilustración 15.



Ilustración 15. Características de enfoque mixto

Fuente: propia

4.2 POBLACIÓN Y MUESTRA

Una población o universo es un agregado o la totalidad de unidades elementales tales como personas, empresas industriales o datos de cualquier clase acerca de los cuales se desea información. Una muestra es una porción o subconjunto de unidades elementales extraídas de una población. (Marques de Cantú, 2009, p. 8).

Durante la práctica profesional la población de la cual se recopiló información fue el personal de la planta, con quienes se llevaron a cabo las pruebas de los proyectos de donde se obtiene las siguientes muestras: eficiencia, calidad, producción y ergonomía.

4.3 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS APLICADOS

4.3.1 OBSERVACIÓN CIENTÍFICA

El objetivo de la observación científica es orientarse a observar algo puntual, ya definido previo a hacer uso de la técnica. Durante la práctica profesional se concentró en utilizar este tipo de observación para poder detectar oportunidades mecánicas, electrónicas o de diseño para los proyectos. Utilizando diferentes instrumentos como ser las fichas técnicas, fotografías y videos para poder analizar los procesos donde se busca implementar el proyecto.

4.3.2 GRUPOS FOCALES

La técnica de un grupo focal es reunir personas seleccionadas que puedan aportar ideas a las mejoras de un proyecto, en el caso de la práctica profesional se tomó en cuenta el departamento de mecánica, de calidad, entrenamiento y producción, dando los mecánicos mejoras en fallas que se presentaban en los proyectos, calidad en mejoras de diseño para facilitar el proceso y que se disminuya el error humano, entrenamiento en detectar métodos distorsionados y ayudando a incrementar la eficiencia mediante retroalimentación y producción donde se tomaban las sugerencias de mejora por parte del asociado para poder hacer cambios en maquinaria y reducir defectos.

4.4 FUENTES DE INFORMACIÓN

4.4.1 FUENTES PRIMARIAS

- Manuales de especificaciones técnicas
- Libros de texto orientados al tema

4.4.2 FUENTES SECUNDARIAS

- Asesoría por parte de los ingenieros con conocimiento en el tema técnico y de costura.

4.5 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

No.	Actividad	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6	Semana 7	Semana 8	Semana 9	Semana 10
1	Conocer el funcionamiento de los proyectos										
2	Observar proceso manual con oportunidad de mejora										
3	Realizar nuevos diseños para eliminar fallas										
4	Cambiar estructura con nuevas ideas de diseño										
5	Pruebas de proyectos con asociados										
6	Análisis de MTM										
7	Replica de dispensador de stickers										
8	Seguimiento de proyectos con técnicos de la empresa										

Fuente: propia

V. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO

5.1 PRUEBAS ELECTRÓNICAS Y MECÁNICAS DE LOS PROYECTOS

Para poder describir el trabajo realizado se debe conocer los dos proyectos que tuvieron seguimiento durante el periodo de práctica, Como se puede apreciar en la ilustración 16 y 17, los proyectos se llaman dispensador de stickers y dispensador de elástico. Para comenzar, se familiarizó con el funcionamiento que cada uno de ellos tenía y sobre todo con el proceso actual en planta, para poder tener una imagen clara del objetivo que la empresa deseaba tuviera cada uno de ellos. El objetivo de ambos proyectos es reducir los movimientos por parte del operario, para poder incrementar su eficiencia y productividad.



Ilustración 16. Proyecto dispensador de stickers

Fuente: propia



Ilustración 17. Proyecto dispensador de elástico.

Fuente: propia

5.2 CAMBIO EN DISEÑO DE PROYECTOS

Una vez conociendo los proyectos, se recomendaron cambio en diseños de estructura, para beneficio en el funcionamiento del mecanismo y al igual para ahorro en materiales.

En cuanto al dispensador de stickers se recomendó descartar la chumacera que se ubicaba en uno de los lados de la estructura, se propuso ubicar un eje metálico cruzado al igual que los demás para no invertir en chumacera por cada dispensador que se necesite realizar, esto se puede observar en la ilustración 18. Para simular el funcionamiento de la chumacera se diseñó un rodo que tendría el mismo movimiento libre y con menor costo, este se puede observar en la ilustración 19.



Ilustración 18. Estructura de dispensador con ejes metálicos.

Fuente: propia



Ilustración 19. Rodo en madera propuesto, rodo impreso en 3D para instalarlo.

Fuente: propia



Ilustración 20. Rodo de madera en pruebas, con resultado exitoso.

Fuente: propia

En cuanto al dispensador de elástico, se hicieron cambios en estructura para poder optimizar costos en panel de control, en la ilustración 21 se puede observar el tamaño del panel original y el panel de menor tamaño, el del tamaño original estaba siendo desperdiciado en espacio, al cambiar el panel de control se hizo el cambio de la base donde se encuentra el mecanismo de rodos la que fue cambiada por problemas de vibraciones mecánica y se realizó una estructura más estable. Se puede observar en la ilustración 22 el cambio que se hizo en la base, la cual se diseñó en forma de mesa para poder ser más estable y aparte se hizo un soporte para colocar el panel de control en la misma base. Al igual se trabajó en cambio de motor por necesidad de más velocidad en el dispensado, en la ilustración 23 y 24 se puede observar el motor original y el motor nuevo.



Ilustración 21. Cambio de panel de control.

Fuente: propia



Ilustración 22. Cambio en base para mecanismo de rodos.

Fuente: propia

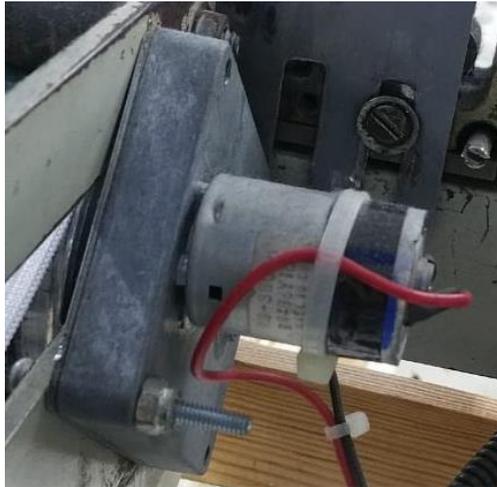


Ilustración 23. Motor original de 20 rpm.

Fuente: propia



Ilustración 24. Motor nuevo de 120 rpm

Fuente: propia

5.3 ANÁLISIS MTM

El análisis MTM como bien se explica en el marco teórico, es el estudio de los tiempos y movimientos realizados durante un proceso. En este caso durante la práctica profesional solo se tuvo que realizar el análisis MTM del dispensador de elástico, ya que, este proyecto solo se había estructurado, pero no realizado pruebas, por lo tanto, se debió establecer los movimientos que el operario iba a realizar tomando en cuenta revisión de ergonomía para no afectar la salud de la persona que interactúe con la máquina. Una vez definido los movimientos y distancias, se procedió a realizar el MTM, donde se pueden observar los resultados obtenidos en la ilustración 25. Este análisis nos muestra las docenas durante un día laboral que nos debe brindar la persona, al 100%, 110% y 120% de eficiencia.

Manual =	63.8	0.0383	2.3
Machine =	166.8	0.1001	6.0
Cycle Time =	230.6	0.1383	8.3
Machine Delay Time	0.0075	SAM / Gmt	0.1774
PF + D Time	0.0221	SAM / Doc	2.1287
Handling Mins/Unit	0.00813	Dz @100% 9 Hrs	507.34
Handling Mins/Unit	0.0013	Dz @110% 9 Hrs	558.1
		Dz @120% 9 Hrs	608.8

Ilustración 25. Resultados del análisis MTM

Fuente: propia

5.4 PRUEBAS CON OPERARIOS

Las pruebas de los proyectos con los operarios fue una de las actividades más importantes, ya que, al ellos interactuar con los proyectos brindaban nuevas ideas de mejora al proyecto para poder hacerlo lo más interactivo posible con ellos. Además, se pudieron afinar fallas que presentaban los proyectos y establecer una frecuencia de mantenimiento necesaria para cada uno de ellos.

Las pruebas del dispensador de stickers fueron realizadas en el área de empaque de pantalón, donde se tuvo en prueba durante 3 semanas, en este tiempo se presentaron fallas más mecánicas, pero que se pudieron solucionar fácilmente. Al finalizar este tiempo de prueba se pudo concluir que el proyecto es funcional y puede ser instalado en piso cuando mejor le convenga a la empresa. En la ilustración 26 se puede observar cómo se instala en la mesa de trabajo del operario.



Ilustración 26. Dispensador de stickers instalado en piso para pruebas.

Fuente: propia

En cuanto al dispensador de elástico, una vez hecho los cambios de diseño y motor se presentaron problemas de atascamiento porque la velocidad era mayor, solucionando este problema con ayuda de los mecánicos de la planta quienes realizaron una guía para que el elástico no sufriera holguras y no se atascara. Una vez solucionado el problema se procedió a hacer las pruebas con los operarios, este proyecto es utilizado en el proceso de cortar y unir elástico. En la ilustración 27 se puede apreciar que las pruebas fueron realizadas en piso con un asociado.



Ilustración 27. Pruebas con asociado del proyecto dispensador de elástico.

Fuente: propia

VI. CONCLUSIONES

Las conclusiones refuerzan los descubrimientos de la investigación... Las conclusiones son el lugar para que le digas al lector qué sucedió, pero además son tus hallazgos más importantes de la investigación, puedes acomodarlos por orden de importancia o relatarlos por capítulo al momento de exponer tus resultados. (Baena Paz, 2017, p. 120)

- Se logró conocer el funcionamiento de los proyectos detectando fallas mecánicas que podían ser solucionadas con nuevos diseños y al igual se logró familiarizarse con los procesos de costura de la empresa donde se busca implementar los proyectos, ayudando a tener nuevas propuestas para mejoras de estos.
- Se realizaron las mejoras mecánicas por medio de cambios en diseños de estructura, aprovechando también a mejorar cableados electrónicos para prevenir algún problema eléctrico.
- Por medio de las pruebas de los proyectos con los asociados se pudo concretar los movimientos ergonómicos a realizar con cada uno de ellos, ayudando a obtener un análisis MTM y sobre todo se obtuvo retroalimentación de los asociados para poder mejorar condiciones de los proyectos.

VII. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Baena Paz, G. M. E. (2017). Metodología de la investigación (3a. ed.). Ciudad de México: Grupo Editorial Patria. Recuperado de <http://public.ebib.com/choice/publicfullrecord.aspx?p=5213563>
- Beer, F. P., Johnston, E. R., Cornwell, P. J., Ríos Sánchez, M. Á., & Hidalgo Cavazos, F. de J. (2010). *Mecánica vectorial para ingenieros: dinámica, novena edición*. México, D.F: McGraw-Hill.
- Bolton, W. (2002). *Mecatrónica: sistemas de control electrónico en ingeniería mecánica y eléctrica*. Barcelona: Marcombo.
- Bolton, W. (2013). *Mecatrónica: sistemas de control electrónico en la ingeniería mecánica y eléctrica. Un enfoque multidisciplinario*. Recuperado de <http://site.ebrary.com/id/10757874>
- Creus Solé, A. (2008). *Neumática e hidráulica*. Barcelona: Marcombo. Recuperado de <http://site.ebrary.com/id/10212428>
- Daneri, P. A., & e-libro, C. (2009). *PLC automatización y control industrial*. Buenos Aires: Editorial Hispano Americana HASA. Recuperado de <http://site.ebrary.com/id/10336954>
- Deppert, W., & Stoll, K. (2001). *Aplicaciones de la neumática*. México; Santa Fé de Bogota: Alfaomega.
- Fenoll, J., Borja, J. C., & Herrera, J. S. de. (2009). *Mecanizado básico*. Madrid: Macmillan Iberia, S.A.
- Figuera Vinué, P. (2006). *Optimización de productos y procesos industriales*. Barcelona: Gestión 2000.

Fruit of the Loom (2018) Recuperado de: <http://fruitoftheloom.es/corporate>

Germán Corona Ramírez, L., Abarca Jiménez, G. S., Mares Carreño, J., & e-libro, C. (2014).

Sensores y actuadores aplicaciones con Arduino. México: Larousse - Grupo Editorial Patria.

Gómez Gonzáles, S. (2008). *Solidworks*. Barcelona: Marcombo.

Jerzees (2018) Recuperado de: <https://www.jerzees.com/#/j>

Kalpakjian, S., Schmid, S. R., & Espinoza Limón Jaime. (2008). *Manufactura, ingeniería y tecnología*. México, D.F.: Pearson Educacion.

Marques de Cantú, M. J. (2009). *Probabilidad y estadística para ciencias químico-biológicas*. México, D.F.: McGraw-Hill Interamericana.

Mondelo, P. R., Gregori Torada, E., & Barrau Bombardó, P. (2000). *Ergonomía 1: fundamentos*.

México: Alfaomega Grupo Editor.

Mott, R. L., & Guerrero Rosas, P. M. (2006). *Diseño de elementos de máquinas*.

Niño Rojas, V. M. (2011). *Metodología de la investigación diseño y ejecución*. Bogotá (Colombia: Ediciones de la U.

Palacios Acero, L. C. (2014). *Ingeniería de métodos: movimientos y tiempos*. Paracuellos del

Jarama (Madrid): Starbook.

Reyes Cortés, F., Cid Monjaraz, J., & Vargas Soto, E. (2013). *Mecatrónica: control y automatización*. México: Alfaomega.

Roldán Viloría, J. (2014). *Motores de corriente continua: motorización de máquinas y vehículos: características, cálculos y aplicaciones*. Madrid: Paraninfo.

Tornero, F. (2012). *Mecanizado por control numérico*. Recuperado de <http://site.ebrary.com/id/11002028>

Tunal S., G. (2005). Automatización de los procesos de trabajo. Red actualidad contable faces.

Recuperado

de

<https://ebookcentral.proquest.com/lib/bvunitecvirtualsp/detail.action?docID=3161906>

&query=procesos%20automaticos

Zabala, G. (2007). *Robótica*. Buenos Aires: Gradi.

Zarate Silva, V. H. (2013). *Lo esencial de la instrumentación moderna para mecatrónicos* (1 edición). Mexico DF: Editorial digital del tecnológico de Monterrey.