

**REDISEÑO DE LA ESTACION DE TRABAJO AUTOMATIZADA PARA
EMPACAR EL JUEGO DIDÁCTICO ELABORADO EN EL PROTOTIPO DE
PLANTA DE MANUFACTURA FLEXIBLE**

**PAOLA GUZMÁN RAMÍREZ
MANUELA MEJÍA RAMÍREZ
JUAN CAMILO MORENO ABADÍA**

**UNIDAD CENTRAL DE VALLE DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERÍA INDUSTRIAL
TULUÁ
2017**

**REDISEÑO DE LA ESTACION DE TRABAJO AUTOMATIZADA PARA
EMPACAR EL JUEGO DIDÁCTICO ELABORADO EN EL PROTOTIPO DE
PLANTA DE MANUFACTURA FLEXIBLE**

**PAOLA GUZMÁN RAMÍREZ
MANUELA MEJÍA RAMÍREZ
JUAN CAMILO MORENO**

Trabajo de grado para optar por el título profesional de Ingeniero Industrial

**Director
Juan Carlos López**

**UNIDAD CENTRAL DE VALLE DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERÍA INDUSTRIAL
TULUÁ
2017**

NOTA DE ACEPTACIÓN

Presidente del jurado

Jurado

Jurado

Tuluá, Mayo de 2017

DEDICATORIA

Dedico este proyecto de tesis a Dios y a mis padres. A Dios porque ha estado conmigo a cada paso que doy, cuidándome y dándome fortaleza para continuar, a mis padres, quienes a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar y educación siendo mi apoyo en todo momento, depositando su entera confianza en cada reto que se me presentaba y sin dudar ni un solo momento en mi inteligencia y capacidad. Es por ellos que soy una mejor persona cada día.

AGRADECIMIENTOS

Este proyecto es el resultado del esfuerzo conjunto de todos los que formamos el grupo de trabajo. Por esto agradezco a nuestro director Juan Carlos López, mis compañeros Manuela Mejía Ramírez, Juan Camilo Moreno Abadía y mi persona, quienes a lo largo de este tiempo han puesto a prueba sus capacidades y conocimientos en el desarrollo de este nuevo plan universitario, el cual ha finalizado llenando todas nuestras expectativas. A mis profesores a quienes les debo gran parte de mis conocimientos, gracias por su paciencia y enseñanza y finalmente un eterno agradecimiento a esta prestigiosa universidad la cual abrió sus puertas a jóvenes como nosotros, preparándonos para un futuro competitivo y formándonos como personas de bien.

TABLA DE CONTENIDO

1. TÍTULO.....	18
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	19
2.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	19
2.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	20
3. JUSTIFICACIÓN	21
4. OBJETIVOS	22
4.1 OBJETIVO GENERAL.....	22
4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	22
5. MARCO REFERENCIAL	23
5.1 MARCO TEÓRICO	23
5.1.1 Automatización industrial.....	23
5.1.2 La automatización en Colombia	24
5.1.3 Importancia de la automatización para el ingeniero industrial	25
5.1.4 Sistemas de empaque.....	26
5.1.5 Tipos de materiales de empaque	27
5.1.6 Proceso de empaque	29
5.1.7 Proceso de una banda transportadora	29
5.1.8 Motores eléctricos	30
5.1.9 Celda de manufactura flexible	31
5.2 MARCO CONCEPTUAL	33
5.2.1 Caja de cartón.....	33
5.2.2 Banda transportadora.....	33
5.2.3 Motor eléctrico.....	34
5.2.4 Controlador lógico programable (PLC Siemens).....	34
5.2.5 Sensores capacitivos	35
5.3 MARCO CONTEXTUAL	36
5.4 MARCO NORMATIVO.....	39
6. DISEÑO METODOLÓGICO	41

6.1	MÉTODO DE INVESTIGACIÓN	41
6.2	FUENTES PARA LA RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN	41
6.2.1	Fuentes Primarias:	41
6.2.2	Fuentes Secundarias:.....	42
7.	SELECCIÓN DEL DISEÑO PARA LA ESTACIÓN DE EMPAQUE	43
8.	PLANOS DE LA ESTACIÓN DE EMPAQUE	47
9.	DISEÑO DE LA CAJA PARA EL EMPAQUE DEL JUEGO DIDACTICO	52
9.1	DISEÑO DE LA CAJA.....	52
9.2	CARACTERÍSTICAS DE LA CAJA.....	55
9.3	CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA DE CIERRE	55
9.3.1	Sistema de cierre:.....	56
9.3.2	Ubicación del velcro:	56
10.	MANUAL TÉCNICO DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL EQUIPO.....	58
11.	RESULTADOS.....	59
11.1	VELOCIDAD DE LA BANDA TRANSPORTADORA DE LA ESTACIÓN DE EMPAQUE.....	59
11.2	VELOCIDAD DE EMPAQUE	59
11.3	ESTANDARIZACIÓN.....	60
11.4	CONSUMO DE ENERGÍA	61
11.5	DISEÑO CAJA DE EMPAQUE	62
11.6	CANTIDAD DE EMPAQUE.....	62
11.7	VALORES TÉCNICOS DE LA ESTACION DE EMPAQUE	63
12.	CONCLUSIONES	64
13.	RECOMENDACIONES Y TRABAJOS FUTUROS.....	65
14.	BIBLIOGRAFIA	66

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1: Tipos de empaque	26
Tabla 2: Tipos de riesgos.....	27
Tabla 3: Tipos de materiales de empaque	28
Tabla 4: Normograma.....	39
Tabla 5: Elementos gráficos de contacto	47
Tabla 6: Elementos gráficos de conexión	48
Tabla 7: Elementos gráficos de bobina	48
Tabla 8: Elementos gráficos de bloques de función	49
Tabla 9: Elementos gráficos de bloques de operación y comparación	50
Tabla 10: Tipos de cartón	53
Tabla 11: Velocidad de la banda transportadora	59
Tabla 12: Velocidad de empaque	60
Tabla 13: Porcentaje de estandarización	60
Tabla 14: Consumo de energía	61
Tabla 15: Cantidad de empaque	62
Tabla 16: Valores técnicos	63

LISTADO DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Celda de manufactura flexible	32
Ilustración 2: Convenciones Distribución de planta laboratorio GEIPRO	37
Ilustración 3: Distribución de planta laboratorio GEIPRO.....	38
Ilustración 4: Motor trifásico.....	43
Ilustración 5: Variador de velocidad Yaskawa j1000	43
Ilustración 6: Sensor fotoeléctrico autoreflex.....	45
Ilustración 7: Logo siemens.....	46
Ilustración 8: Modelo de programa en Ladder.....	50
Ilustración 9: Modelo en bloques funcionales.....	51
Ilustración 10: Diseño de la caja.....	52
Ilustración 11: Parte superior de la caja de empaque.....	55
Ilustración 12: Velcro	56
Ilustración 13: Ubicación del velcro en la caja de empaque	57

GLOSARIO

AUTOMATIZACIÓN: Es la aplicación de la tecnología para llevar a cabo procesos que se auto-comprueban y autocorrigen. Es por lo tanto una combinación de la Tecnología Mecánica, la Tecnología Eléctrica, la Teoría de Control, la Electrónica y los Computadores para controlar los sistemas de producción.

BANDA TRANSPORTADORA: Es un aparato para el transporte de objetos el cual está formado por dos poleas, estas son movidas por motores, haciendo girar la cinta transportadora y así lograr transportar el material depositado en la misma.

CAJA: Es un recipiente de diferentes tamaños, generalmente con forma de prisma rectangular, con una abertura que se cubre con una tapa, que puede estar vinculada a la misma, su función principal está asociada con transportar, contener o agrupar elementos.

CARTÓN: Es un material formado por varias capas de papel superpuestas, a base de fibra virgen o de papel reciclado. El cartón es más grueso, duro y resistente que el papel. Algunos tipos de cartón son usados para fabricar embalajes y envases, básicamente cajas de diversos tipos. La capa superior puede recibir un acabado diferente llamado «estuco» que le confiere mayor vistosidad.

CONEXIÓN: Punto donde se realiza el enlace entre aparatos o sistemas.

CONTROL NUMÉRICO POR COMPUTADOR (CNC): Es un sistema que permite controlar en todo momento la posición de un elemento físico, normalmente una herramienta que está montada en una máquina. Esto quiere decir que mediante un software y un conjunto de órdenes, se controlan las coordenadas de posición de un punto, o sea, una especie de GPS pero aplicado a la mecanización, y muchísimo más preciso.

CONTROLADOR PID: Controlador de acción Proporcional, Integral y Derivativa. Es un sistema de regulación que trata de aprovechar las ventajas de cada uno de los controladores de acciones básicas, de manera, que si la señal de error varía lentamente en el tiempo, predomina la acción proporcional e integral y, mientras que si la señal de error varía rápidamente, predomina la acción derivativa. Tiene la ventaja de ofrecer una respuesta muy rápida y una compensación de la señal de error inmediata en el caso de perturbaciones. Presenta el inconveniente de que

este sistema es muy propenso a oscilar y los ajustes de los parámetros son mucho más difíciles de realizar.

DIAGRAMA LADDER: También conocido como diagrama de escalera o de contactos, es un esquema eléctrico estandarizado que emplea símbolos para describir la lógica de un circuito eléctrico de control. En algunos casos, los diagramas escalera son considerados como las instrucciones para el alambrado de los circuitos de control.

ELECTROVÁLVULAS: Válvula accionada por un electroimán, que regula un circuito hidráulico o neumático.

ÉMBOLO: Pieza que se mueve alternativamente en el interior de un cuerpo de bomba o del cilindro de una máquina para enrarecer o comprimir un fluido o recibir del movimiento.

EMPAQUE: Es un recipiente o envoltura que contiene productos de manera temporal principalmente para agrupar unidades de un producto pensando en su manipulación, transporte y almacenaje.

FOTOCELDA: Son pequeños dispositivos que producen una variación eléctrica en respuesta a un cambio en la intensidad de la luz.

GEIPRO: Construir un espacio de reflexión sobre la gestión de la producción y la metodología de enseñanza-aprendizaje a través de la lúdica en el contexto de la ingeniería, realizando investigaciones profundas en empresas que requieren de su mejoramiento productivo; para llevar a cabo dicho mejoramiento se realizan ciertas lúdicas donde se implementa de manera practica el conocimiento adquirido en el proceso educativo como ingenieros, de las áreas de Producción, Logística, Mercadeo, Investigación de Operaciones, Estadística, todas articuladas hacia la línea de Investigación del programa.

LENGUAJE DE ALTO NIVEL: Lenguaje que permite adaptar los algoritmos de programación al entendimiento humano; un lenguaje de alto nivel se caracteriza por ser un lenguaje visual.

LOGO: Es un signo gráfico que identifica a una empresa, o a un producto comercial, o a un proyecto, o en general, a cualquier entidad pública o privada.

MANTENIMIENTO: Es una intervención que tienen como objetivo restaurar a un estado en el cual pueda llevar a cabo alguna función requerida.

MANUAL: Instrumento administrativo que contiene en forma explícita, ordenada y sistemática información sobre objetivos, políticas, atribuciones, organización y procedimientos de algo en específico.

MATERIAL: Es un elemento que puede transformarse y agruparse en un conjunto.

MOTOR ELÉCTRICO: Es un dispositivo que convierte la energía eléctrica en energía mecánica por medio de la acción de los campos magnéticos generados en sus bobinas.

PALETIZADO: Es la acción de disponer mercancía sobre un palé para su almacenaje y transporte.

PELIGRO: Es una situación que produce un nivel de amenaza a la vida, la salud, la propiedad o el medio ambiente. Se caracteriza por la viabilidad de ocurrencia de un incidente potencialmente dañino, es decir, un suceso apto para crear daño sobre bienes jurídicos protegidos.

PISTÓN: Es una pieza que forma parte del mecanismo de funcionamiento de un motor. También conocido como émbolo, se trata de un elemento que se mueve de forma alternativa dentro de un cilindro para interactuar con un fluido.

PLC (Programmable Logic Controller): Es un dispositivo operado digitalmente, que usa una memoria para el almacenamiento interno de instrucciones con el fin de implementar funciones específicas, tales como lógica, secuenciación, registro y control de tiempos, conteo y operaciones aritméticas, para controlar a través de entradas/salidas digitales o analógicas, varios tipos de máquinas o procesos.

PROCESAR: Someter a un proceso de transformación física, química o biológica/Someter datos o materiales a una serie de operaciones programadas.

PRODUCTO: Es una opción elegible, viable y repetible que la oferta pone a disposición de la demanda, para satisfacer una necesidad o atender un deseo a través de su uso o consumo

PROTOTIPO: Ejemplar original o primer molde en que se fabrica una figura u otra cosa.

RECURSO: Es un material que por lo general se transforma para producir beneficio y en el proceso pueden ser consumidos o no estar más disponibles

REDES ETHERNET: Define las características de cableado y señalización de nivel físico y los formatos de tramas de datos de nivel de enlaces de datos de modelo OSI.

RELÉ: Es un dispositivo electromecánico. Funciona como un interruptor controlado por un circuito eléctrico en el que, por medio de una bobina y un electroimán, se acciona un juego de uno o varios contactos que permiten abrir o cerrar otros circuitos eléctricos independientes.

RIESGO: Es una medida de la magnitud de los daños frente a una situación peligrosa. El riesgo se mide asumiendo una determinada vulnerabilidad frente a cada tipo de peligro.

SEGURIDAD: Cotidianamente se puede referir a la ausencia de riesgo o a la confianza en algo o en alguien.

SENSOR: Es un dispositivo capaz de detectar magnitudes físicas o químicas, llamadas variables de instrumentación, y transformarlas en variables eléctricas. Las variables de instrumentación pueden ser por ejemplo: temperatura, intensidad lumínica, distancia, aceleración, inclinación, desplazamiento, presión, fuerza, torsión, humedad, movimiento, etc.

SISTEMA DE MANUFACTURA FLEXIBLE: Consiste de un grupo de estaciones de procesamiento, interconectadas por medio de un sistema de manejo y recuperación de material automático.

TABLERO DE CONTROL: Es un sistema en el campo de la automatización el cual comprende unos conjuntos de elementos controladores y actuadores eléctricos y electrónicos instalados técnicamente dentro de un cofre metálico.

VATIO: Es la potencia eléctrica producida por una diferencia de potencial de 1 voltio y una corriente eléctrica de 1 amperio, su abreviación es W.

VARIADOR DE FRECUENCIA: Es un sistema para el control de la velocidad rotacional de un motor de corriente alterna por medio del control de la frecuencia de alimentación suministrada al motor.

VARIADOR DE VELOCIDAD: En un sentido amplio es un dispositivo o conjunto de dispositivos mecánicos, hidráulicos, eléctricos o electrónicos empleados para controlar la velocidad giratoria de maquinaria, especialmente de motores

VOLTAJE: Es el trabajo por unidad de carga ejercido por el campo eléctrico sobre una partícula cargada para moverla entre dos posiciones determinadas.

RESUMEN

El presente trabajo de grado se basó en el rediseño e implementación de la estación de trabajo automatizada para el empaque de un juego didáctico que consta de siete bloques de madera y una barra de silicona. Para ello, se diseña una caja de acuerdo a las dimensiones del producto y de igual manera se utiliza información teórica en donde se obtienen conceptos básicos de diseño y un prototipo funcional.

Este prototipo será construido e implementado en la celda de manufactura flexible del laboratorio de ingeniería industrial GEIPRO, para ello se debe tener en cuenta las estaciones elaboradas anteriormente como lo son la estación de Corte, Perforación, Pintura, Marcación, Dosificadora de silicona y Paletizado.

El proceso de empaque de la celda consta de una banda transportadora la cual traslada las cajas mediante guías que son alimentadas por un motor trifásico. Estas son transportadas por la banda mientras pasan por la estación dosificadora de silicona, la banda principal por la cual se transportan los cubos de madera y finalmente llegan a la estación de paletizado donde son ubicadas en una estiba. Por otra parte este sistema posee una red de sensores, los cuales detectan el producto que es trasladado por medio de una banda en una caja de cartón, la cual a medida que va transitando se detiene hasta lograr depositar todo el producto terminado. En el momento en el que son depositados los cubos de madera y la barra de silicona la caja es sellada mediante un pistón neumático, cabe destacar que para el sellamiento de la caja se utiliza velcro, el cual es ubicado en la parte frontal de la caja.

Una vez implementado el nuevo sistema, se realizan los ajustes adecuados en cuanto a la instalación de la banda, posicionamiento de las guías, ubicación de los sensores y toma de los tiempos de ejecución. De igual forma el sistema queda abierto para la realización de la producción en línea en futuros proyectos.

En el presente documento, se explica el procedimiento, desarrollo y ejecución del proyecto, el cual es ajustado a las normas ICONTEC y cuya estructura empieza con la introducción y finaliza con las conclusiones y recomendaciones obtenidas a partir del rediseño de la estación de empaque el cual se implementó en la celda de manufactura flexible del laboratorio GEIPRO.

ABSTRACT

The present paper was based on the redesign and implementation of automated work station for the packaging of an educational game that consists of seven blocks of wood and a bar of silicone. To do this, you design a safety according to the dimensions of the product and is used in the same way theoretical information on where to get basic concepts of design and a functional prototype.

This prototype will be built and fully implemented in the flexible manufacturing cell of the GEIPRO industrial engineering laboratory, and to do this we need to take into account the stations developed earlier, such as the cutting, drilling, Oil Painting, marking, metering of silicone and palletizing.

The process of packaging the cell consists of a conveyor which moves the crates with guides that are fed by a three-phase motor. These are transported by the band while passing through the metering station of silicone, the main band which carry the wooden cubes and finally arrive at the palletizing station where they are located in a stack. On the other hand, this system has a network of sensors, which detect the product that is transferred through the main band and the safety stops, as it arrives to each station. At the time that are deposited in the wooden cubes and the silicone case is sealed by means of a pneumatic piston, it should be noted that for the sealing of the Velcro is used, which is located on the front of the box.

Once implemented the new system, appropriate adjustments are made in regard to the installation of the band, the positioning of the guides, location of sensors and decision of execution times. In the same way, the system is open to the implementation of the production line in future projects.

In this document, explained the procedure, development and execution of the project, which is adjusted to the standards ICONTEC and whose structure starts with the introduction and ends with the conclusions and recommendations obtained from the redesign of the packing station which was implemented in the flexible manufacturing cell GEIPRO laboratory.

INTRODUCCIÓN

La automatización industrial hoy en día es utilizada por gran parte de las empresas, esto se debe a que les permite implementar mecanismos que contribuyen al mejoramiento de los procesos productivos principalmente en la eficacia y calidad de los productos, obteniendo como beneficio una disminución en los costos de mano de obra y mayor exactitud en su fabricación.

Por otra parte, la implementación de la automatización, permite obtener una mayor productividad en las empresas ya que se produce mayor cantidad de productos en menor tiempo y haciendo un mejor aprovechamiento de los recursos. Este tema debe ser tenido en cuenta por los ingenieros industriales ya que son ellos los que están en capacidad de desarrollar alternativas de mejora en caso de que se presenten situaciones adversas que afecten cualquier sistema productivo.

El siguiente proyecto tiene como propósito el rediseño e implementación de la estación de trabajo automatizada para el empaque del juego didáctico de la planta de manufactura flexible del laboratorio GEIPRO de la Unidad Central del Valle del Cauca. En él, se implementará un sistema en el cuál el sellado de la caja en la que se empacará el producto cerrará automáticamente, de igual forma, podrá ser reutilizada para futuras actividades académicas. El propósito de este proyecto es ubicar a los futuros profesionales en el contexto empresarial gracias a la celda de manufactura construida en el laboratorio, dado que hoy en día la automatización es uno de los factores más importantes e innovadores para cualquier compañía.

1. TÍTULO

REDISEÑO DE LA ESTACION DE TRABAJO AUTOMATIZADA PARA EMPACAR EL JUEGO DIDÁCTICO ELABORADO EN EL PROTOTIPO DE PLANTA DE MANUFACTURA FLEXIBLE.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

La Unidad Central del Valle, De acuerdo con el plan de desarrollo institucional 2011 – 2020, y su compromiso académico con el desarrollo humano de la región, busca el fortalecimiento de los procesos de formación de los estudiantes, por medio de prácticas pedagógicas innovadoras.

Con el fin de materializar este compromiso la Facultad de Ingeniería de la UCEVA está proponiendo para sus estudiantes el diseño y construcción de un prototipo de planta de manufactura flexible en el laboratorio GEIPRO, que genere un fortalecimiento en las competencias propias del programa de ingeniería industrial, generando un acercamiento con la realidad industrial a pequeña escala. Este proyecto consiste en el diseño y construcción de un sistema operado automáticamente e integrado por estaciones de trabajo (máquinas-herramientas), y un sistema de manejo de materiales automatizados (bandas transportadoras - robots).

Actualmente la línea cuenta en su mayoría con procedimientos manuales pero se requiere que el proceso sea automatizado en su totalidad. Este escenario afecta considerablemente el funcionamiento actual de la planta y limita la ilustración y comprensión de los conceptos de ingeniería ofrecidos por los sistemas de manufactura flexible, como lo es la automatización de procesos y el uso de nuevas tecnologías para mejorar los sistemas productivos.

De acuerdo a lo anterior, es muy importante realizar inversiones económicas y tecnológicas, enfocadas a optimizar los sistemas y las herramientas disponibles en el laboratorio GEIPRO, que permitan el correcto desarrollo de las prácticas pedagógicas del área de operaciones. Con este proyecto se busca optimizar la planta de manufactura flexible, diseñando y creando una estación de trabajo que fortalezca la automatización de la planta que es una característica básica de un sistema flexible, materializando así en esta planta un escenarios más real; que igualmente se orienta hacia al mejoramiento continuo, con el fin último de aportar a la formación de competencias técnicas en los estudiantes, de tal forma que ellos respondan eficientemente a las necesidades y problemáticas en el plano profesional, teniendo una visión que se aproxime más a un entorno real. Esto le dará un valor agregado a los estudiantes de la institución, siendo participes en un

escenario que explora los conceptos teóricos en un contexto experimental, a través de la utilización de tecnologías y prototipos de sistemas reales.

2.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

El resultado de este trabajo de grado será responder el siguiente interrogante:

¿Es viable el rediseño de una estación de trabajo automatizada que se encargue de empacar el juego didáctico elaborado en el prototipo de la planta de manufactura flexible en el laboratorio de GEIPRO, de tal forma que se pueda integrar en este sistema y permita ofrecer a la comunidad académica la posibilidad de realizar prácticas que contribuyan a mejorar sus competencias profesionales?

3. JUSTIFICACIÓN

EL REDISEÑO DE LA ESTACION DE TRABAJO AUTOMATIZADA PARA EMPACAR EL JUEGO DIDÁCTICO ELABORADO EN EL PROTOTIPO DE PLANTA DE MANUFACTURA FLEXIBLE es necesario como un componente esencial en su funcionamiento. Esta planta de manufactura está planeada de tal manera que se vaya construyendo modularmente por estaciones de trabajo que se diseñan y construyen independientemente y se articulan posteriormente. Con este prototipo se espera elaborar un juego didáctico construido por piezas de madera que secuencialmente se van construyendo y se llevan a una estación de trabajo final para ser empacados.

En la estación de trabajo que se está proponiendo se espera empacar el producto final elaborado en esta planta de manufactura. En el evento de no poderse automatizar estos procesos, se tendría la alternativa de realizarlos manualmente, sin embargo, este proceso generaría inconvenientes en el flujo de producción. En este sentido, es necesario automatizar la estación de tal manera que se pueda integrar al sistema y mejorar el flujo de trabajo.

Por otro lado, con la terminación de este proyecto se espera contribuir con el desarrollo de las competencias profesionales de los estudiantes de tal manera que en un contexto empresarial real puedan tener un mejor desempeño laboral, más cuando la UCEVA está inmersa en un entorno empresarial cuya característica son procesos automatizados y un 60% de los egresados del programa de ingeniería industrial de la UCEVA están laborando en este sector.

Además, con el uso de esta herramienta se proyecta poner en práctica los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera de ingeniería industrial, en todas las distintas áreas cursadas, como estática y dinámica, resistencia de materiales, costos y presupuestos, mercadeo, dibujo técnico, diseño y distribución de planta, formulación y evaluación de proyectos, física, taller y mantenimiento entre otras. De igual forma realizar un proyecto donde se aporte al crecimiento académico de los estudiantes de la UCEVA es de gran importancia como una contribución pedagógica para las herramientas didácticas del aprendizaje de docentes y estudiantes, evidenciando de manera directa lo que sucede en el ámbito industrial ofreciendo instrumentos que propicien clases con un contenido teórico-práctico. Vale la pena tener en cuenta que de no rediseñarse la estación de trabajo de empaque genera traumatismo en el funcionamiento de todo el sistema automatizado.

4. OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GENERAL

Rediseñar la estación de trabajo automatizada para empacar el juego didáctico elaborado en el prototipo de planta de manufactura flexible.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Seleccionar el diseño adecuado para la estación de trabajo automatizado de empaque de acuerdo a las especificaciones del producto final y las demás estaciones de trabajo.
- Rediseñar y construir la estación de trabajo de empaque que se pueda articular a la planta de manufactura flexible del laboratorio GEIPRO
- Rediseñar la caja de empaque del juego didáctico acorde a las necesidades del producto final y el almacenamiento automatizado.
- Elaborar los planos respectivos de la estación de trabajo automatizada de empaque (eléctricos, electrónicos, mecánicos, otros).
- Realizar manual de funcionamiento, de mantenimiento y de seguridad de la estación de trabajo de empaque del producto terminado.

5. MARCO REFERENCIAL

5.1 MARCO TEÓRICO

Este documento desarrolla la implementación de la estación automatizada de empaque para lo cual se establecieron una serie de conceptos teóricos que permitan sustentar la parte técnica del montaje de dicha máquina.

5.1.1 Automatización industrial

El tema de la automatización se ha hecho fuerte en el siglo XXI ya que el ser humano se ha propuesto a cambiar diferentes aspectos para tener mejores condiciones de vida dado que existe la necesidad de crear herramientas que ayuden en el cumplimiento de las labores y de igual forma evitar algún desgaste al realizarlas.

Además de eso, la automatización le permite al ser humano obtener una mayor eficiencia en sus actividades, tanto en la vida cotidiana como laboral. En cuanto a la parte laboral, la automatización se ve reflejada en el campo de la producción siendo esta importante para la ejecución de cada uno de los procesos. Anteriormente estas actividades eran realizadas manualmente, hoy en día se realizaron cambios debido al avance tecnológico y a los errores humanos que se presentaban en las líneas de producción. Estos errores ocasionaban en repetidas ocasiones accidentes de trabajo, los cuales eran difíciles de prever debido a la complejidad de la naturaleza humana. A partir de estos errores surge la necesidad de aplicar la automatización debido a que *“en un mundo de procesos de producción altamente mecanizados, las acciones que deben seguir los operadores se especifican dentro de tolerancias establecidas, cualquier desviación a partir de estas tolerancias es considerada un error humano, lo cual puede perturbar seriamente el proceso de producción, por tal motivo tales errores deben evitarse debido a la pérdida económica asociada a la que conllevan”*¹.

¹ BAEZ, Yolanda. RODRIGUEZ, Manuel. DE LA VEGA, Enrique. TLAPA, Diego. Factores que influyen en el error humano de los trabajadores en líneas de montaje manual {En línea}. {Fecha de consulta: 17 de marzo de 2017} disponible en <http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07642013000600010>

Cabe destacar que la sociedad al poseer iniciativa y estar siempre en pro de mejora, ha buscado alternativas que son necesarias para dar solución a diferentes situaciones de la vida cotidiana siendo estas aplicadas también al sector empresarial, esto conlleva a las personas a ser competitivas obteniendo así mayores beneficios. Para esto es necesario el uso de la tecnología la cual ha sido importante para la creación de los sistemas automatizados que son definidos como *“un sistema donde se transfieren tareas de producción, realizadas habitualmente por operadores humanos a un conjunto de elementos electrónicos”*².

Este sistema automatizado se compone de dos operaciones. La primera es la operación manual, la cual, como su mismo nombre lo indica, es donde se elaboran las piezas sin necesidad de hacer uso de alguna máquina. Este tipo de operación requiere de una participación absoluta del ser humano el cual se encarga de tener una correcta secuencia de todas las tareas a realizar.

La segunda es la operación mecanizada, la cual no necesita de alguna intervención humana en el proceso dado que las actividades son realizadas por una máquina. Cabe resaltar que a pesar de que todo es realizado de forma automatizada, es necesario tener un control de la maquina cerciorándose de que las tareas sean realizadas adecuadamente, allí es donde intervienen las personas verificando su funcionamiento.

Por otra parte al ver la automatización como un proceso, se puede evidenciar como a partir de la creación de sistemas automatizados, el ser humano ha logrado disminuir cualquier tipo de fallas y así obtener mejores resultados. Es importante que estos cambios sean llevados a cabo de manera correcta para lograr un mejor rendimiento y dar rentabilidad a cualquier organización, que hoy en día es uno de los factores más importantes a tener en cuenta para sobrevivir en el mercado laboral.

5.1.2 La automatización en Colombia

La globalización ha tenido un gran impacto en las industrias ya que obliga a todos los países a buscar alternativas que ayuden en el mejoramiento y eficiencia de los procesos productivos. En Colombia, se ha logrado tener iniciativa para hacer uso de los avances tecnológicos en las industrias, sin embargo, la falta de apoyo por

² UNED. Funciones básicas, características y arquitectura de los sistemas automatizados {En línea}. {Fecha de consulta: 17 de marzo de 2017} disponible en <http://www.ieec.uned.es/investigacion/Dipseil/PAC/archivos/Informacion_de_referencia_ISE2_1_1.pdf>

parte del Estado para invertir en proyectos de investigación acerca de la implementación de la automatización, ha llevado a que el país tenga poco crecimiento económico.

Esta falta de crecimiento se debe a que son las grandes industrias del país las que tienen la capacidad de invertir en la implementación de la tecnología en sus procesos productivos, por el contrario, las medianas y pequeñas empresas han tenido mayor dificultad para este propósito dado que sus recursos económicos no son suficientes para cubrir todos los gastos requeridos en la inversión. Por otra parte, otro de los factores que influyen en la no aceptación de la automatización es el hecho de quedarse sin empleo ya que la implementación de las maquinas reduciría el aporte del personal en las industrias para realizar las actividades manualmente.

En definitiva, se debe tener en cuenta que *“si se desea mejorar las condiciones de vida de nuestra comunidad e incrementar el ingreso per-cápita de los colombianos, la Automatización de los procesos Industriales juega un papel fundamental que permitirá estandarizar procesos, incrementar la producción y bajar costos, procurando lograr así, que la industria nacional resulte competitiva en los mercados globalizados”*³, por ende es importante crear estrategias que contribuyan en el crecimiento económico y rentabilidad del país.

5.1.3 Importancia de la automatización para el ingeniero industrial

En la actualidad las empresas tienden a buscar alternativas que les permita adquirir ventajas en los procesos productivos, es por esto que *la automatización es muy importante en la industria porque permite tener procesos más económicos y mejorar estándares de calidad, logrando ser más competitivos*. Por estas razones es vital que el ingeniero industrial, quien es el encargado de la dirección y supervisión de los procesos industriales, conozca acerca de la implementación de la automatización industrial ya que trae consigo beneficios económicos y un mejor control sobre todas las variables involucradas en la producción; por ende, gracias a la automatización, se logra tener mayor exactitud y eficacia en la ejecución de las actividades.

³ William O. Rey S. Automatización industrial, evolución y retos en una economía globalizada {En línea}. {Fecha de consulta: 17 de marzo de 2017} disponible en [file:///C:/Users/Usuario/Downloads/37-123-1-PB%20\(3\).pdf](file:///C:/Users/Usuario/Downloads/37-123-1-PB%20(3).pdf)

5.1.4 Sistemas de empaque

El empaque es un factor fundamental en todo proceso productivo, de este depende la duración del producto y el éxito de su compra ya que al brindar buena imagen a los clientes, motiva su deseo de adquisición. Por otra parte, “*seleccionar un sistema adecuado para el empaque y embalaje de productos, garantiza que al almacenarlos, comercializarlos y transportarlos, se preserven no sólo sus cualidades y características, sino esencialmente su calidad*”⁴, de igual forma también es importante para proteger los productos frente a riesgos que puedan presentarse durante su comercialización. El empaque además de brindar protección al producto, también es necesario para brindar información acerca de las especificaciones técnicas u otro tipo de datos que sean de utilidad para el consumidor.

Por otra parte, existen factores que influyen positivamente en el mercado de empaques como por ejemplo el crecimiento de las personas a nivel social generando aumento en los ingresos y por ende mayor consumo. Además, en la actualidad la sociedad tiene necesidades que son importantes tenerlas en cuenta por parte de las empresas para satisfacerlas ya que muchas veces las decisiones de compra de los consumidores se basan en la innovación y confiabilidad del empaque de los productos. Los empaques de acuerdo a sus características se clasifican en:

Tabla 1: Tipos de empaque

Empaque Primario	Empaque Secundario	Empaque Terciario
Es aquel recipiente o envase que contiene el producto. Ejemplo: Una botella que contiene en su interior una bebida.	Es aquel que contiene al empaque primario y tiene como finalidad brindarle protección, servir como medio de presentación y facilitar la manipulación del producto para su aprovisionamiento.	Es aquel que puede agrupar varios empaques primarios o secundarios y tiene como finalidad facilitar la manipulación y el transporte de los productos.

FUENTE: RICO AVELLANEDA, David. VILLAMIZAR, Maritza. Empaques y embalajes para exportación {En línea}. {Fecha de consulta: 17 de marzo de 2017} disponible en <http://aprendeonline.udea.edu.co/lms/moodle/file.php/424/Envases_y_Empaques/Seminario_de_Empaques_y_embalajes_para_exportacion.pdf>

⁴ RUIZ ROJAS, Paola Andrea. Sistemas de Empaque y Embalaje: Para la Protección Eficaz de su Producto {En línea}. {Fecha de consulta: 17 de marzo de 2017} disponible en < http://www.revista-mm.com/ediciones/rev70/maquinaria_empaques.pdf>

5.1.5 Tipos de materiales de empaque

*“La selección del empaque y el embalaje adecuado no es una labor tan sencilla como parece, por el contrario son necesarios conocimientos a fondo sobre la compatibilidad del empaque con el producto, la resistencia mecánica del material, su conveniencia y disponibilidad, las propiedades de protección y estabilidad, sus costos, y aspectos mercadológicos, para cumplirla.”*⁵ Además de tener en cuenta varios aspectos referentes a la selección del empaque, es importante determinar el tipo de protección que requiere cada producto ya que se exponen a diferentes riesgos al momento de su comercialización.

Tabla 2: Tipos de riesgos

Tipo de Producto	Riesgo detectado
Frutas y hortalizas frescas	Golpes, magulladuras, exposición a frío y calor
Alimentos desecados, carga seca	Humedad
Alimentos enlatados	Humedad, golpes, magulladuras
Textiles y prendas de vestir	Humedad (moho), insectos (polillas), polvo, suciedad, luz, decoloración, combustión
Productos de madera y enlacados	Rayones (daño en superficie), humedad (moho), rotura, luz (decoloración), combustión
Productos de cuero	Humedad (manchas superficiales y moho), secado (pérdida de flexibilidad), rayado de la superficie
Gres, artículo de hueso, cristal, conchas, cerámica, entre otros	Rotura, rayado, desportillado
Productos metálicos	Humedad (corrosión, deslustre), rayado de la superficie, golpes, magulladuras, rotura
Productos de papel	Humedad, luz, combustión
Paja y productos similares	Humedad, compresión, combustión
Productos de joyería	Pérdida, robo, rotura

Fuente: RICO AVELLANEDA, David. VILLAMIZAR, Maritza. Empaques y embalajes para exportación {En línea}. {Fecha de consulta: 17 de marzo de 2017} disponible en http://aprendeonline.udea.edu.co/lms/moodle/file.php/424/Envases_y_Empaques/Seminario_de_Empaques_y_embalajes_para_exportacion.pdf

⁵ Ibíd., p. 2.

Por otra parte, existen diferentes tipos de materiales para realizar los empaques. El tipo de empaque se hace teniendo en cuenta las especificaciones del producto; este también debe garantizar que llegue en buenas condiciones al consumidor final. Los materiales que más se utilizan en los sistemas de empaque se describen a continuación:

Tabla 3: Tipos de materiales de empaque

Material	Tipo	Ejemplo	Ventajas	Desventajas
Madera	Madera en bruto, aglomerada, contrachapada, etc.	Cajas, pallets, canastas.	Fácil de manipular, acomodar y estibar.	Altos costos, fácil descomposición, contaminable, sensible a plagas, voluminoso, pesado, inflamable, sensible a la humedad.
Metal	Láminas de aluminio, acero, recubiertas de estaño, etc.	Contenedores, recipientes, cajas metálicas, etc.	Fácil de estibar, reutilizables, es un producto sólido.	Altos costos, corrosión, difícil eliminación, pesado, voluminoso, sensible al sol.
Vidrio	Boro silicato, tratado, calizo, no parenteral.	Botellas, frascos, botellones, recipientes.	Visibilidad del contenido, reciclable, fácil eliminación y descomposición, higiénico, reutilizable.	Frágil a los golpes, pesado.
Cartón	Plano, ondulado, corrugado.	Cajas	Económico, reciclable, fácil manipulación.	Muy frágil, sensible a la humedad y el calor, poco sólido, no reutilizable.
Plástico	Polietileno, poli estireno, PVC, etc.	Cajas, contenedores, rígidos, semirrígidos, bolas, etc.	Impermeabilidad, reutilizable, gran variedad.	Inflamable, costoso, difícil eliminación.
Papel	Periódico, estraza, de cocina, celofán, etc.	Bolsas, envoltorios, etc.	Bajos costos, fácil eliminación, reciclable.	Muy frágil, sensible a la humedad y el calor.

Fuente: RICO AVELLANEDA, David. VILLAMIZAR, Maritza. Empaques y embalajes para exportación (En línea). {Fecha de consulta: 17 de marzo de 2017} disponible en <http://aprendeenlinea.udea.edu.co/lms/moodle/file.php/424/Envases_y_Empaques/Seminario_de_Empaques_y_embalajes_para_exportacion.pdf>

5.1.6 Proceso de empaque

*“El proceso de empaquetamiento y embalaje es, sin lugar a dudas, un eslabón de gran importancia en la producción industrial, ya que de él depende la protección de los productos frente a los riesgos que pueden enfrentar en los diferentes ciclos de la cadena de distribución.”*⁶ Este proceso debe ser llevado a cabo cuidadosamente dado que en la actualidad existen normas que exigen cumplir ciertos requisitos de empaque especialmente en lo referente a la conservación del producto. Para esto, es importante tener en cuenta el tipo de material del empaque y los riesgos a los cuales está expuesto el producto. Por otra parte, un diseño de empaque adecuado, garantiza que el producto sea vendido rápidamente, debido a la confiabilidad que presenta el diseño y también gracias a esto permite tener mayor facilidad en su almacenamiento.

5.1.7 Proceso de una banda transportadora

En los procesos industriales, es necesario implementar un sistema de transporte mecánico principalmente en aquellos que requieren realizar traslado de materiales, por esa razón se requiere el uso de una cinta o banda transportadora. Utilizando este tipo de sistema, se obtienen ventajas dado que facilita el transporte de materiales, posee gran capacidad para trasladar diferentes tipos de materiales y no ocasionan daños a los productos o materiales transportados.

Estas bandas transportadoras son un elemento fundamental para la distribución y almacenaje de procesos automatizados, para esto es necesario analizar cada uno de sus componentes y adecuarlo a la línea de producción. Existen diferentes tipos de bandas transportadoras las cuales deben ser elegidas de acuerdo al proceso, producto y disponibilidad de la empresa. Estas son:

- **Banda transportadora de goma:** Es utilizada *“para transporte horizontal o de poca inclinación, para instalaciones de elevado ángulo de transporte y posee alto coeficiente de rozamiento para transporte horizontal y/o inclinado de productos manufacturados generalmente.”*⁷

⁶ *Ibíd.*, p. 1.

⁷ Instituto Tecnológico Superior de Tepeaca. Diseño y construcción de una banda transportadora {En línea}. {Fecha de consulta: 17 de marzo de 2017} disponible en < <http://www.itstepeaca.edu.mx/e-magazine/vol1,%20num%203/banda.pdf> > p. 4.

- **Banda transportadora de PVC:** *“Se emplean para el transporte interior de productos manufacturados y/o a granel, en la mayoría de los sectores industriales: alimentación, cerámica, madera, papel, embalaje, cereales, etc.”*⁸
- **Banda transportadora modular:** *“Se fabrican con materiales FDA (polietileno, polipropileno y poliacetal), permiten un amplio rango de temperatura de utilización (-70 a 105°C) y presentan las ventajas de su fácil manipulación, limpieza y montaje a la vez que una gran longevidad.”*⁹
- **Banda transportadora de malla metálica:** *“Fabricadas en distintos metales y aleaciones, generalmente están constituidas por espiras de alambre unidas entre sí por varillas onduladas o rectas. Permiten su utilización en aplicaciones extremas de temperatura (de - 180°C a 1200°C), corrosión química o donde se requiera una superficie libre determinada.”*¹⁰

5.1.8 Motores eléctricos

En las industrias, para llevar a cabo el proceso productivo, es necesario utilizar diferentes máquinas y equipos para su adecuado funcionamiento. Estos sin duda alguna requieren de dispositivos que les permita realizar algún tipo de movimiento, el cual es concebido por medio de un motor eléctrico.

Cabe destacar que *“los motores eléctricos cubren toda la gama de aplicaciones que la sociedad moderna exige, se encuentran tan pequeños como los usados en el giradiscos de un DVD, tan cotidianos como el de una licuadora, un ventilador o un acondicionador de aire; pero también los hay tan grandes como los que necesitan las industrias para mover molinos, trituradoras, compresores de aire, mezcladoras, etc.”*¹¹

Por otra parte, para que un motor funcione, debe valerse de las fuerzas de atracción y repulsión existentes entre los polos. Por ende, un motor debe estar formado con polos invertidos ya que los polos iguales se repelen y los polos diferentes se atraen haciendo que se genere un movimiento de rotación.

⁸ *Ibíd.*, p. 5

⁹ *Ibíd.*, p. 6

¹⁰ *Ibíd.*, p. 6

¹¹ BUN-CA. Manual Técnico Motores Eléctricos {En línea}. {Fecha de consulta: 17 de marzo de 2017} disponible en <<http://www.bun-ca.org/publicaciones/manuales/espanol/ManualMotores30nov09.pdf> > p. 7

Normalmente, entre los tipos de motores eléctricos más utilizados se encuentran:

- **Motores de corriente continua:** *“Se utilizan en casos en los que es importante el poder regular continuamente la velocidad del motor, además, se utilizan en aquellos casos en los que es imprescindible utilizar corriente directa, como es el caso de motores accionados por pilas o baterías.”*¹²
- **Motores de corriente alterna:** *“Son los tipos de motores más usados en la industria, ya que estos equipos se alimentan con los sistemas de distribución de energías normales.”*¹³
- **Motores universales:** *“Tienen la forma de un motor de corriente continua, la principal diferencia es que está diseñado para funcionar con corriente alterna.”*¹⁴ Normalmente son utilizados en máquinas de baja potencia. Estos se utilizan en máquinas de afeitar, secador, aspiradora, licuadora, entre otros.

5.1.9 Celda de manufactura flexible

La celda de manufactura flexible es definida como un *“conjunto de componentes electromecánicos, que trabajan de manera coordinada para el logro de un producto, y que además permiten la fabricación en serie de dicho producto.”*¹⁵ Se dice que es flexible, debido a que está en capacidad de procesar varios productos y realizar modificaciones en caso de que se presente alguna novedad o inconformidad en los procesos de fabricación.

De igual forma es importante tener en cuenta que estos procesos *“pueden clasificarse, según el grado de automatización y sofisticación de los sistemas de control, en niveles que van desde la producción manual hasta el máximo paradigma de la Manufactura Integrada por Computador (CIM), con las llamadas*

¹² SAAVEDRA RESENDIZ, Daniel Giovanni. Administración de proyectos en el área de motores eléctricos (2,000V – 6600V), en la empresa weg México. Trabajo profesional Ingeniero Mecánico Electricista. Cuautitlán Izcalli: Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán. 2014. p. 16.

¹³ *Ibíd.*, p. 16

¹⁴ *Ibíd.*, p. 16

¹⁵ CHAVERRA DE LA CRUZ, Natalia. CHAVERRA DE LA CRUZ, Stefania y PINEDA ÁVILA, Mario Andrés. Automatización de la estación de trabajo de empaque para el prototipo de la planta de manufactura flexible del laboratorio GEIPRO. Trabajo de grado Ingeniero Industrial. Tuluá: Unidad Central del Valle del Cauca. Facultad de Ingenierías. 2014. p. 38

fábricas de luces apagadas. En éstas, el operario que conocemos desaparece para dar paso a las máquinas, que se encargan totalmente de la producción.”¹⁶

De acuerdo a lo anterior se puede decir que este tipo de sistema da ciertas ventajas competitivas a las empresas, ya que en la actualidad la demanda de productos crece progresivamente y los clientes exigen mayor variedad en los productos que consumen. Es por esto que las celdas de manufactura flexible, al contar con un gran componente tecnológico, permite obtener mayor eficiencia en los procesos, además de variedad y calidad en los productos, siendo esto un factor fundamental para satisfacer las necesidades del mercado, ser competentes e innovadores.

Ilustración 1: Celda de manufactura flexible



Fuente: RAMIREZ GAVIRIA, Diego Alejandro. RAMIREZ GIRALDO, Andrés Felipe. Diseño de módulo para celda de manufactura flexible con tecnología lego. Trabajo de grado Tecnólogo en Mecatrónica. Pereira: Universidad Tecnológica. Facultad de Tecnología. 2013. p.13

¹⁶ VALLEJO, Eric. Sistemas flexibles de manufactura {En línea}. {Fecha de consulta: 17 de marzo de 2017} disponible en <http://ciruelo.uninorte.edu.co/pdf/ingenieria_desarrollo/3_4/sistemas_flexibles_de_manufactura.pdf>

5.2 MARCO CONCEPTUAL

5.2.1 Caja de cartón

Es un recipiente utilizado para el transporte de productos de diferentes formas y tamaños, como por ejemplo los alimentos, el calzado, entre otros. Además de ser uno de los recipientes más utilizados debido a su multifuncionalidad, brinda seguridad a los productos y permite que se mantengan en buen estado durante su proceso de comercialización.

Por otra parte, este tipo de empaque brinda información acerca de las especificaciones más importantes del producto, entre ellas está la cantidad, el peso, el tamaño, las condiciones de manipulación, las precauciones, entre otras, siendo esto de gran importancia para dar a conocer el producto a los consumidores. De igual forma, estos recipientes son reciclables y por lo tanto contribuyen en el cuidado del medio ambiente.

5.2.2 Banda transportadora

*“Las bandas transportadoras son los aparatos más utilizados para el transporte de objetos sólidos y material a granel a gran velocidad y cubriendo grandes distancias.”*¹⁷ Tiene como función principal soportar directamente los materiales que se transportarán y que serán desplazados de un punto a otro.

Es uno de los sistemas de transporte más utilizados en la producción, tanto para el transporte de carga de bultos, como para materiales a granel. El procedimiento consiste en una cinta condicionada principalmente por un motor, el cual genera movimiento continuo y permite que la banda sea arrastrada mediante fricción por alguno de los tambores.

Por otra parte, es importante tener en cuenta ciertos requerimientos que poseen las bandas transportadoras, los cuales son: *“Alta resistencia mecánica longitudinal, flexibilidad en direcciones longitudinal (en tambores) y transversal (en apoyos de rodillos), elevada resistencia al desgaste y a la desestatificación por reiterados dobleces, poca elasticidad y alta resistencia a la humedad.”*¹⁸

¹⁷ DEPARTAMENTO DE INGENIERIA MECANICA. Bandas transportadoras {En línea}. {Fecha de consulta: 17 de marzo de 2017} disponible en <file:///C:/Users/Usuario/Downloads/file%20(1).pdf>

¹⁸ GARCIA GUERRERO, Christian Oswaldo. Banda transportadora {En línea}. {Fecha de consulta: 17 de marzo de 2017} disponible en <http://www.academia.edu/17352553/Reporte_estadia_Banda_transportadora>

5.2.3 Motor eléctrico

“Los motores eléctricos son máquinas utilizadas en transformar energía eléctrica en mecánica. Son los motores utilizados en la industria, pues combinan las ventajas del uso de la energía eléctrica (bajo, costo, facilidad de transporte, limpieza y simplicidad de la puesta en marcha.”¹⁹ Generalmente los motores eléctricos tienen múltiples ventajas referentes a su utilización como lo son: economía, tamaño, seguridad, comodidad y agilidad, siendo esto importante dado que estos reemplazan las fuentes de energía; estos motores son alimentados por fuentes de corriente continua (directa) o corriente alterna.

“Los motores de corriente alterna y los de corriente continua se basan en el mismo principio de funcionamiento, el cual establece que si un conductor por el que circula una corriente eléctrica se encuentra dentro de la acción de un campo magnético, éste tiende a desplazarse perpendicularmente a las líneas de acción del campo magnético.”²⁰

Por otra parte, estos motores no emiten ningún tipo de sustancia contaminante, lo cual hoy en día es un factor fundamental ya que se debe contribuir en el cuidado del medio ambiente.

5.2.4 Controlador lógico programable (PLC Siemens)

Un Controlador Lógico Programable, conocido por sus siglas en inglés PLC (Programmable Logic Controller), *“es un dispositivo electrónico con una memoria programable para almacenar instrucciones e implementar funciones específicas, consta de 4 elementos principales: Unidad central de procesamiento (CPU), Memoria, Suministro de energía e Interfase de entrada y salida (I/O)”²¹*

Es importante destacar que un PLC, se utilizan en procesos que requieran de controles lógicos o secuenciales o también que se requiera de ambos al mismo tiempo. En cuanto a su aplicación, este se utiliza principalmente en instalaciones donde sea necesario algún tipo de control. Por consiguiente, este se ve involucrado en procesos de fabricación industrial ya que trae consigo beneficios ya

¹⁹ INACAP. Motores eléctricos {En línea}. {Fecha de consulta: 17 de marzo de 2017} disponible en <http://electricidadibf.bligoo.cl/media/users/1/80488/files/154598/MOTORES_ELECTRICOS_DE_CA.pdf>

²⁰ LOPEZ ARENALES, José Carlos. Motores eléctricos {En línea}. {Fecha de consulta: 17 de marzo de 2017} disponible en <<http://biblio3.url.edu.gt/Libros/2013/ing/pim/12.pdf>>

²¹ COSCO GRIMANEY, Jorge. Controles electrónicos y automatización {En línea}. {Fecha de consulta: 17 de marzo de 2017} disponible en <<file:///C:/Users/Usuario/Downloads/1354723923.2-controladores.pdf>>

que al resolver situaciones de secuenciación, aumenta la confiabilidad del proceso.

5.2.5 Sensores capacitivos

Los sensores capacitivos son aquellos que detectan objetos tanto metálicos, como no metálicos sin necesidad de hacer contacto físico. Este tipo de sensores se utilizan principalmente en lugares de alta temperatura debido a que posee un material dieléctrico el cual tiene como función eliminar los vapores de agua y por lo tanto, está diseñado para soportar altas temperaturas.

“La función del detector capacitivo consiste en señalar un cambio de estado, basado en la variación del estímulo de un campo eléctrico. Los sensores capacitivos detectan objetos metálicos, o no metálicos, midiendo el cambio en la capacitancia, la cual depende de la constante dieléctrica del material a detectar, su masa, tamaño, y distancia hasta la superficie sensible del detector. Debido a la influencia del objeto a detectar, y del cambio de capacitancia, la amplificación se incrementa haciendo entrar en oscilación el oscilador.”²²

²² ROSA FERNANDEZ, Álvaro. Desarrollo de funciones basadas en IP sobre el uP LPC1768. Trabajo de grado ingeniería electrónica y automática industrial. Madrid: Universidad de Alcalá. 2016 p. 28

5.3 MARCO CONTEXTUAL

En la actualidad existen en Colombia universidades que cuentan con laboratorios de manufactura flexible, son universidades destacadas, porque permiten que el estudiantado se prepare para lo que va enfrentar en su vida empresarial.

El trabajo de grado que se está desarrollando se va a llevar a cabo en el laboratorio GEIPRO de Ingeniería en la Unidad Central del Valle (UCEVA), ubicada en el centro del Valle del Cauca (Tuluá).

Hoy en día en el laboratorio GEIPRO, se llevan a cabo actividades lúdicas de estudiantes de distintas universidades a nivel nacional, con el propósito de desarrollar conocimientos, destrezas y habilidades en el área empresarial.

Los materiales que se utilizan en el Laboratorio GEIPRO para la realización de actividades lúdicas son:

- Fichas lego.
- Madera.
- Tubos.
- Láminas de metal.
- Tela.
- Entre otros.

Igualmente, se está estructurando el prototipo de la planta de manufactura flexible en la cual se integrarán diversas estaciones, logrando un proceso con buenas bases teórico-prácticas, que da como resultado un producto terminado altamente calificado.

Por otra parte el prototipo de planta de manufactura flexible cuenta con siete estaciones las cuales son:









- Estación de Cortado
- Estación de Perforado
- Estación de pintura
- Estación de Marcación
- Estación Dosificadora de silicona

- Estación de Empaque
- Estación de Paletizado

El proceso de empaque se realiza mediante el funcionamiento de una banda transportadora, que se alimenta de un motor eléctrico y es la encargada de transportar todos los productos hasta llegar a la estación de paletizado.

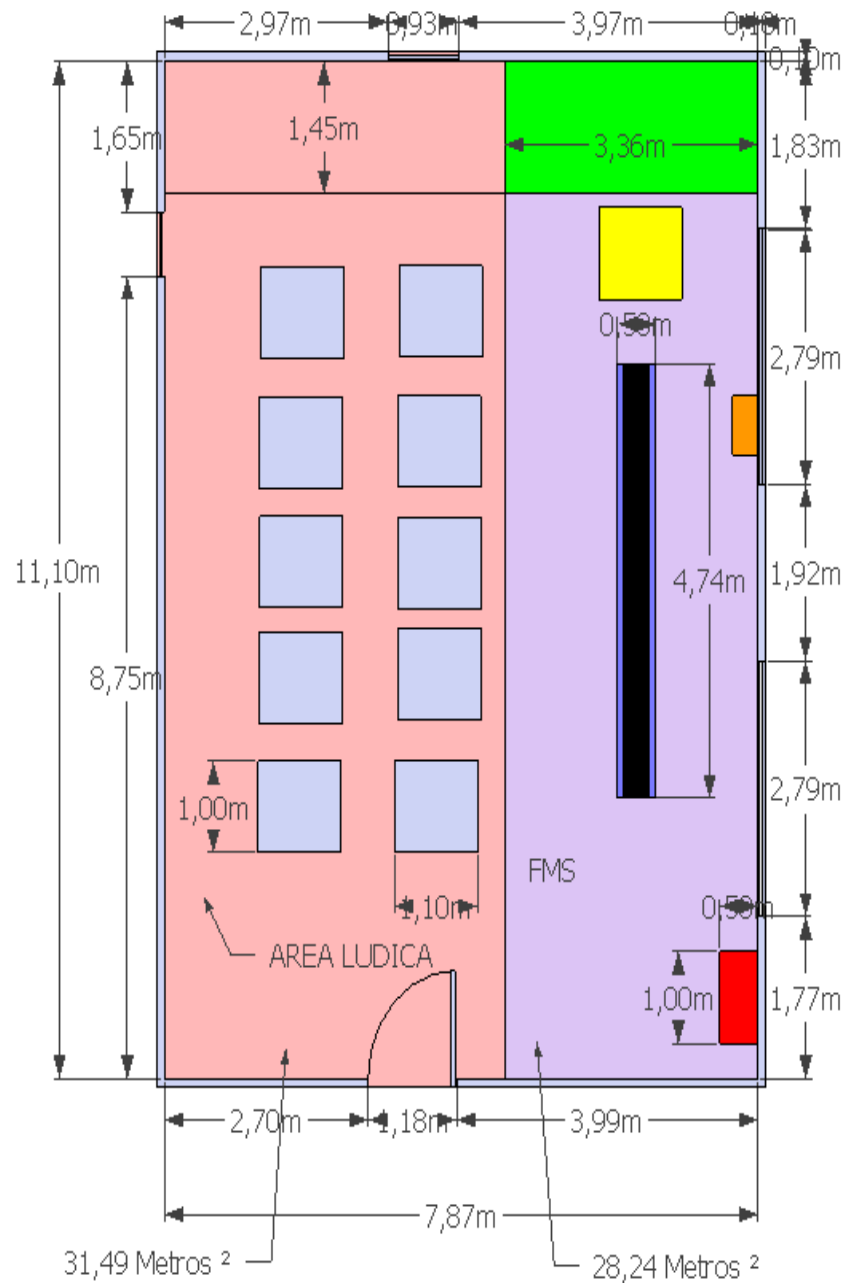
A continuación se muestra la distribución de planta del laboratorio GEIPRO:

Ilustración 2: Convenciones Distribución de planta laboratorio GEIPRO

Convenciones	
	Construcción planta de manufactura flexible
	Banda transportadora
	Brazo robótico y taladro electrónico
	Bodega de materia prima
	Bodega de producto terminado
	Laboratorio de ingeniería industrial
	Máster Central PLC control de la planta
	Mesas de apoyo

Fuente: CHAVERRA DE LA CRUZ, Natalia. CHAVERRA DE LA CRUZ, Stefania. PINEDA ÁVILA, Mario Andrés. Automatización De La Estación De Trabajo De Empaque Para El Prototipo De La Planta De Manufactura Flexible Del Laboratorio Geipro. Trabajo de grado Ingeniería Industrial. Tuluá: Unidad central del Valle del Cauca. 2014. p. 51

Ilustración 3: Distribución de planta laboratorio GEIPRO



Fuente: CHAVERRA DE LA CRUZ, Natalia. CHAVERRA DE LA CRUZ, Stefania. PINEDA ÁVILA, Mario Andrés. Automatización De La Estación De Trabajo De Empaque Para El Prototipo De La Planta De Manufactura Flexible Del Laboratorio Geipro. Trabajo de grado Ingeniería Industrial. Tuluá: Unidad central del Valle del Cauca. 2014. p. 51

5.4 MARCO NORMATIVO

Existen parámetros estipulados por la normatividad colombiana que son necesarios para la realización del proyecto. En la siguiente tabla se darán a conocer las normas utilizadas para la puesta en marcha del proyecto.

Tabla 4: Normograma

NORMA	OBJETIVO	APLICACIÓN
ANSI / ISA	El propósito de esta norma es establecer un medio uniforme de designación los instrumentos y los sistemas de la instrumentación usados para la medición y control. Con este fin, el sistema de designación incluye los símbolos y presenta un código de identificación.	Dentro de la implementación de cualquier proceso industrial se debe tener una estandarización que garantice que se hable un solo idioma y garantice que cualquiera persona que tenga acceso a los documentos del proyecto tenga los conocimientos razonables del proceso. Con la finalidad de que entienda los significados y el control de la estación de empaque.
NTC 2050	<p>a) Salvaguardia. El objetivo de este código es la salvaguardia de las personas y de los bienes contra los riesgos que pueden surgir por el uso de la electricidad.</p> <p>b) Provisión y suficiencia. Este código contiene disposiciones que se consideran necesarias para la seguridad. El cumplimiento de las mismas y el mantenimiento adecuado darán lugar a una instalación prácticamente libre de riesgos, pero no necesariamente eficiente, conveniente o adecuada para el buen servicio o para ampliaciones futuras en el uso de la electricidad.</p>	Para la implementación de un proyecto se debe garantizar la seguridad. La Electricidad es un factor de alto riesgo durante su manipulación, por lo cual se garantiza la seguridad cumpliendo los parámetros que la NTC 2050, con el fin de que los estudiantes del laboratorio de Geipro puedan manipular de forma segura la Zona de Empaque.

Tabla 4: Continuación

<p>RETIE</p>	<p>El objeto fundamental de este reglamento es establecer las medidas tendientes a garantizar la seguridad de las personas, de la vida tanto animal como vegetal y la preservación del medio ambiente; previniendo, minimizando o eliminando los riesgos de origen eléctrico. Sin perjuicio del cumplimiento de las reglamentaciones civiles, mecánicas y fabricación de equipos.</p>	<p>La norma RETIE garantiza que la zona implementada en el laboratorio de Geipro cuenta con las garantías necesarias para la utilización de la zona de empaque eliminando los riesgos para que los estudiantes puedan manipular el proyecto.</p>
<p>IEC-61131</p>	<p>Definir e identificar las características principales que se refieren a la selección y aplicación de los PLC's y sus periféricos.</p>	<p>La utilización de la norma ICE 61131, ayudo a identificar si el autómata era posible de programar fácilmente con la utilización de los lenguajes de programación establecidos dentro de la norma para garantizar si funcionaba para las necesidades del proyecto.</p>
<p>Licencia Software Autodesk®</p>	<p>Autodesk es líder mundial en software CAD, software de ingeniería y de creación de entretenimiento que permite diseñar en 3D. El portafolio de productos de Autodesk, permite a los profesionales diseñar, visualizar y simular sus ideas de manera digital, lo que mejora la eficiencia, productividad e innovación y aporta una ventaja competitiva.</p>	<p>La utilización de este software en su versión de prueba, facilito el diseño de la zona de empaque. La simulación facilito la puesta</p>
<p>Licencia Software Logo Soft</p>	<p>Con una versión de demostración de LOGO Soft Comfort, puede familiarizarse fácilmente a sí mismo con el LOGO. Puede crear, simular, archivar e imprimir los programas de circuito a través de un PC para todos LOGO Dispositivos</p>	<p>Con la utilización de este programa logramos configurar la programación del PLC Siemens.</p>

FUENTE: Autores

6. DISEÑO METODOLÓGICO

6.1 MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

El tipo de investigación para el proyecto de rediseño y automatización de la estación de trabajo de empaque del juego didáctico elaborado en la planta de manufactura flexible del laboratorio GEIPRO, es aplicada, ya que el desarrollo de la investigación implica no solo hacer la propuesta teórica sino, elaborar un prototipo de estación de trabajo que se articule con la planta de manufactura. Con este proyecto se planea utilizarlo en actividades académicas en las diferentes asignaturas y afines del programa de ingeniería industrial.

En la fabricación de esta estación de trabajo se implementan conceptos de la ingeniería industrial, mecánica, sistemas y electrónica, aplicándolos en el contexto de un prototipo de planta de manufactura flexible que se está construyendo en el laboratorio GEIPRO con objetivos operativos y de aprendizaje de dicha institución para el fortalecimiento de la educación profesional de los estudiantes en la ciudad de Tuluá.

6.2 FUENTES PARA LA RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

Las fuentes utilizadas para el desarrollo de la investigación son las primarias y las secundarias.

6.2.1 Fuentes Primarias: La información primaria a utilizar en el proyecto de investigación se tomara a partir de la observación en el laboratorio GEIPRO, en el cual se tendrá en cuenta las maquinas existentes para adecuar el diseño de empaque al proceso utilizado en el prototipo de planta de manufactura flexible siguiendo las especificaciones de proyectos anteriores. Por otra parte, se contara con la colaboración de ingenieros electrónicos, ingenieros de sistemas y estudiantes de ingeniería industrial de la UCEVA quienes realizaran propuestas acerca del diseño de empaque. De igual forma se contara con el apoyo e información por parte de los profesores Juan Carlos López y William de Jesús Bolaños Valencia, quienes brindaran las especificaciones y necesidades que presenta actualmente el prototipo de planta de manufactura flexible.

6.2.2 Fuentes Secundarias: La información secundaria es aquella documentación adquirida por medio de las bases de datos de la Universidad donde se encontraron los trabajos de grado enfocados en el diseño y automatización de la planta de manufactura flexible, artículos acerca de la importancia de implementar la automatización en los procesos de manufactura e investigaciones referentes a los diferentes sistemas de empaque. Por último, se buscarán libros con la información referente a los marcos teóricos.

7. SELECCIÓN DEL DISEÑO PARA LA ESTACIÓN DE EMPAQUE

El diseño adecuado de la estación de trabajo automatizado de empaque comprende la mejora operativa de la banda de transporte existente la cual permite el traslado de cajas de diferentes tamaños, esta banda de transporte estaba compuesta por un motor monofásico de escobillas de $\frac{1}{4}$ Hp que no poseía la fuerza suficiente para el arrastre eficiente de la banda a pesar de poseer una caja reductora de 5:1, este motor monofásico fue cambiado por un motor trifásico (Ilustración 4) de $\frac{1}{2}$ HP alimentado a 220 VAC acoplado directamente a la polea de la banda de transporte, asociado al motor se tiene un variador de velocidad YASKAWA J1000 (Ilustración 5) que permite el control de la velocidad de rotación del eje del motor variando la frecuencia, lo que permite que el motor mantenga el torque y así pueda arrastrar eficientemente con el movimiento de la banda transportadora.

Ilustración 4: Motor trifásico



Ilustración 5: Variador de velocidad Yaskawa j1000



La banda contaba con una guía en acero inoxidable que permitía el encarrilamiento de una caja bajo un sistema distribuidor en acero inoxidable, este sistema distribuía en los compartimentos de la caja 6 bloques de madera, la guía encarriladora fue retirada y cambiada por una guía que permite el ingreso de una caja con diferentes dimensiones específicas usando accesorios de guía encarriladora, la guía se ajusta a dichas dimensiones y permite el cierre de la tapa superior de la caja que cuenta con bordes de velcro mientras esta atraviesa los 1.50 mts de longitud de la banda de transporte.

El sistema de empaque automático contaba con un sistema de distribución de bloques de madera grande que operaba mediante un pistón neumático, este pistón posicionaba de a dos bloques de madera en tres carriles de una guía instalada al final de la banda principal, esto lo hacía por cada secuencia; teniendo en cuenta la misma filosofía de operación, se sensan dos bloques de madera grande y cinco bloques de madera pequeño que ingresan a la banda y se trasladan hacia la caja que es transportada por la segunda banda de salida, pero ahora la señal de los sensores no acciona el pistón neumático sino que controla el arranque y paro de la banda de salida, de tal manera que la caja espere alineada a la banda principal y reciba los cinco bloques de madera pequeños y los dos bloques de madera grande, una vez realizada esta operación la caja estará lista para ser sellada y organizada por el paletizador.

En la banda de salida del sistema de empaque también posiciona la caja justo bajo la estación de distribución de silicona, de tal forma que al ser sensada la banda para en el punto especificado y por señal propia de la estación de silicona esta arroja una silicona que debe caer en la caja, habiendo realizado solo un ciclo, la banda seguidamente traslada la caja hacia el punto alineado con la banda principal para recibir los bloques de madera.

La banda cuenta con una guía distribuida a lo largo de esta, la cual permite el ingreso de cajas vacías por el lado designado como punto de alimentación, de tal forma que la tapa de la caja queda sobre la guía, la posición de la tapa se modifica una vez se traslada por la banda debido a su diseño estructural una vez sale del punto de recepción de los bloques de madera grande, la guía ayudada con la fuerza de empuje de la banda de transporte tapa la caja quedando sellada por el velcro, una vez realizada esta operación ésta queda en el lugar de disposición para ser organizada por el paletizador.

Los sensores requeridos para realizar la aplicación se deben distribuir de la siguiente manera:

- **Sensor Modulo de Silicona:** Sensor fotoeléctrico autoreflex (Ilustración 6), que permite sensar la caja que contendrá la barra de silicona, una vez es sensada la caja el mecanismo de la estación de barra de silicona acciona un motor acoplado a un rodillo que posee una ranura contenedora de la barra de silicona, cuando este gira, el mecanismo permite coleccionar una sola barra de silicona y habiendo realizado el giro adecuado la arroja sobre la caja dispuesta justamente bajo el rodillo de alimentación de silicona, la señal del sensor de caja de la estación de mando de silicona, debe ser llevada al controlador principal de la estación de empaque, de esta forma se habilita una señal para que la banda del módulo de empaque para en el momento y lugar preciso para recibir la silicona.

Ilustración 6: Sensor fotoeléctrico autoreflex



- **Sensor caja para caída de bloques de madera:** Sensor Fotoeléctrico Autoreflex (Ilustración 6) que permite sensar cajas que además de contener una barra de silicona se posicionara para recibir bloques de madera grandes y pequeños, al detectar la caja la banda deberá parar para esperar que los bloques de madera caigan por gravedad dentro de la caja una vez se haya confirmado la secuencia de los bloques de madera la banda deberá nuevamente activarse para seguir con el proceso de empaque.

- **Sensores de conteo para secuencia 2 x 5:** Estos sensores se instalan en la parte extrema final de la banda de transporte principal, y se disponen estratégicamente para que puedan sentir tanto bloques de madera grande como bloques de madera pequeños, de tal forma que al final caigan en una caja solo 5 bloques de madera pequeños y cinco bloques de madera grandes, la secuencia se programa debidamente en el controlador del módulo de empaque.
- **Controlador módulo de empaque:** se usa el controlador actual, un logo siemens 4 (Ilustración 7) con el cual se puede realizar programación basada en compuertas lógicas o diagrama escalera, usando Logosoft o mediante su panel incorporada.

Ilustración 7: Logo siemens 4



8. PLANOS DE LA ESTACIÓN DE EMPAQUE

En la Ilustración 8, se muestra el modelo del programa que se implementa en logosoft para la operación de la banda y la recepción de los elementos que contendrá la caja ya como producto finalizado. Para dicha programación fueron utilizados los diagramas ladder, los cuales *están compuestos por bloques que representan el flujo de programas y las funciones, por ejemplo contactos, bobinas, instrucciones de flujo de programas, bloques de función, bloques de comparación y bloques de operación.*²³ A continuación se describen cada uno de los elementos básicos utilizados para la programación de los modelos.

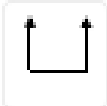
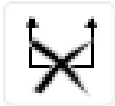
Tabla 5: Elementos gráficos de contacto

Nombre	Elemento gráfico	Instrucción	Función
Contacto normalmente abierto		LD	Establece contacto cuando el objeto de bit de control está en estado 1
Contacto normalmente cerrado		LDN	Establece contacto cuando el objeto de bit de control está en estado 0
Contacto para detectar un flanco ascendente		LDR	Flanco ascendente: detecta el cambio de 0 a 1 del objeto de bit de control.
Contacto para detectar un flanco descendente		LDF	Flanco descendente: detecta el cambio de 1 a 0 del objeto de bit de control.

FUENTE: IES DON BOSCO, Lenguajes Ladder {En línea}. {Fecha de consulta: 24 de junio de 2017} disponible en <http://www.iesdonbosco.com/data/electricidad/twido_guia_de_programacion.pdf>


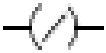

²³ IES DON BOSCO, Lenguajes Ladder {En línea}. {Fecha de consulta: 24 de junio de 2017} disponible en <http://www.iesdonbosco.com/data/electricidad/twido_guia_de_programacion.pdf> p. 6

Tabla 6: Elementos gráficos de conexión

Nombre	Elemento gráfico	Función
Insertar una conexión		Insertar un bucle Ladder vacío.
Eliminar una conexión		<p>Eliminar un bucle Ladder vacío. Nota:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Si el bucle Ladder contiene cualquier elemento, en primer lugar debe eliminar todos los elementos Ladder antes de eliminar el bucle Ladder. 2. El acceso directo del teclado utilizado para eliminar un elemento es Supr.


FUENTE: IES DON BOSCO, Lenguajes Ladder {En línea}. {Fecha de consulta: 24 de junio de 2017} disponible en <http://www.iesdonbosco.com/data/electricidad/twido_guia_de_programacion.pdf>

Tabla 7: Elementos gráficos de bobina

Nombre	Elemento gráfico	Instrucción	Función
Bobina directa		ST	El objeto de bit asociado toma el valor del resultado del área de comprobación.
Bobina inversa		STN	El objeto de bit asociado toma el valor del resultado en negativo del área de comprobación.
Establecer bobina		S	El objeto de bit asociado se establece en 1 cuando el resultado del área de comprobación es 1.
Restablecer bobina		R	El objeto de bit asociado se establece en 0 cuando el resultado del área de comprobación es 1.

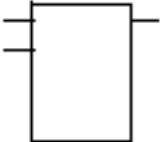
FUENTE: IES DON BOSCO, Lenguajes Ladder {En línea}. {Fecha de consulta: 24 de junio de 2017} disponible en <http://www.iesdonbosco.com/data/electricidad/twido_guia_de_programacion.pdf>

Tabla 7: Continuación

Llamada de subrutina o salto	->>%Li ->>%SRI	JMP SR	Se conecta a una instrucción etiquetada ubicada delante o detrás.
Bobina de condición de transición			Lenguaje Grafcet. Se utiliza cuando la programación de las condiciones de transición asociadas a las transiciones provoca una inversión de corriente en el siguiente paso.
Retorno desde una subrutina	<RET>	RET	Situado al final de las subrutinas para regresar al programa principal.
Detener programa	<END>	END	Define el final del programa.

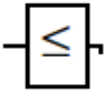
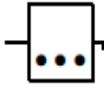
FUENTE: IES DON BOSCO, Lenguajes Ladder {En línea}. {Fecha de consulta: 24 de junio de 2017} disponible en <http://www.iesdonbosco.com/data/electricidad/twido_guia_de_programacion.pdf>

Tabla 8: Elementos gráficos de bloques de función

Nombre	Elemento gráfico	Función
Temporizadores, contadores, registros, etc.		Cada bloque de función utiliza entradas y salidas que permiten conexiones con otros elementos gráficos. Nota: Las salidas de los bloques de función no pueden conectarse entre sí (conexiones verticales).

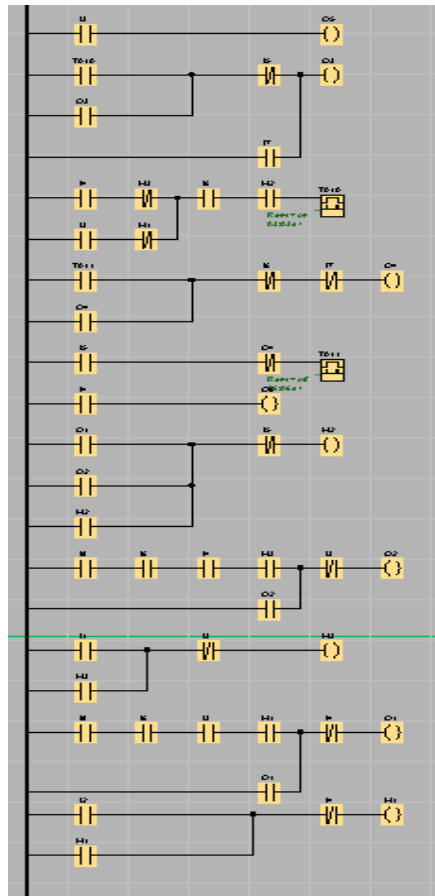
FUENTE: IES DON BOSCO, Lenguajes Ladder {En línea}. {Fecha de consulta: 24 de junio de 2017} disponible en <http://www.iesdonbosco.com/data/electricidad/twido_guia_de_programacion.pdf>

Tabla 9: Elementos gráficos de bloques de operación y comparación

Nombre	Elemento gráfico	Función
Bloque de comparación		Compara dos operandos y la salida cambia a 1 cuando se comprueba el resultado. Tamaño: una fila por dos columnas
Bloque de operación		Realiza operaciones aritméticas y lógicas. Tamaño: una fila por cuatro columnas

FUENTE: IES DON BOSCO, Lenguajes Ladder {En línea}. {Fecha de consulta: 24 de junio de 2017} disponible en http://www.iesdonbosco.com/data/electricidad/twido_guia_de_programacion.pdf

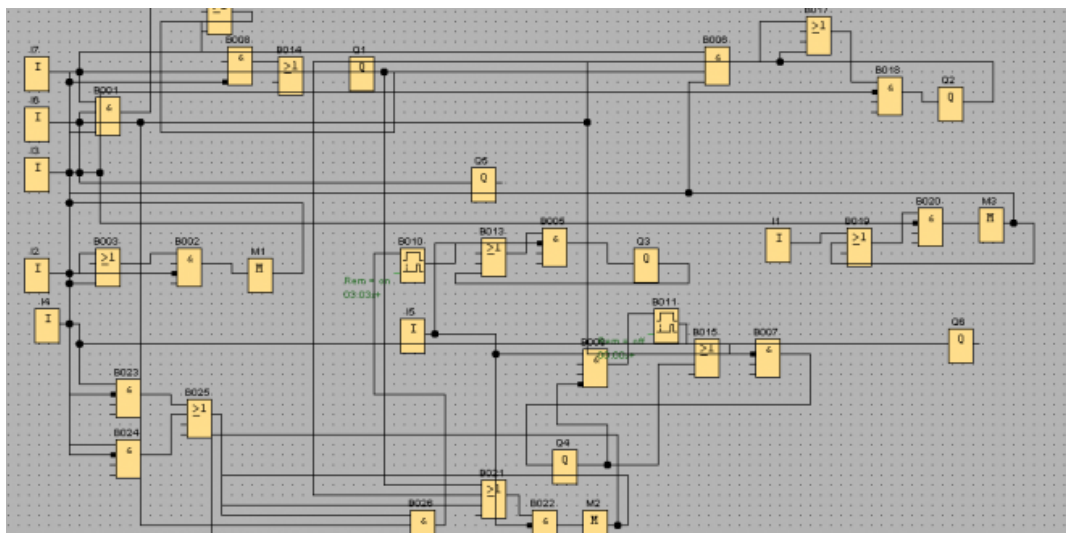
Ilustración 8: Modelo de programa en Ladder



Fuente: Autores

Con el logosoft se puede tener este tipo de lenguaje ladder o lenguaje basado en bloques funcionales. Realizar este tipo de programación *permite al usuario construir procedimientos complejos mediante la unión de bloques funcionales prediseñados. Este lenguaje gráfico también describe una función entre las variables de entrada y variables de salida, como un conjunto de bloques elementales, que están conectados por líneas de conexión, al igual que un circuito eléctrico.*²⁴ A continuación se muestra el modelo del programa en bloques funcionales.

Ilustración 9: Modelo en bloques funcionales



Fuente: Autores

Redistribución del circuito eléctrico: se debió redistribuir todos los elementos eléctricos y electrónicos que constituían el tablero de control del sistema de empaque, se usaron algunos elementos y otros por ende se sacaron del tablero de control, de tal manera que se puedan tener ahorros significativos del proyecto, además el circuito debió acoplarse al PLC central de la celda de manufactura de tal forma que sea fácil sincronizar las otras estaciones en conjunto con la de empaque, de igual forma se integra un módulo manual automático para que la estación de empaque pueda ser usada sin tener que depender del PLC central.

²⁴ NATERA ABREU, Carlos Augusto, MENESES MENESES, Manuel Andrés, Programación de PLCs: Lenguaje Bloques Funcionales {En línea}. {Fecha de consulta: 24 de junio de 2017} disponible en <<https://es.scribd.com/document/264988124/PROGRAMACION-DE-PLCs-LENGUAJE-BLOQUES-FUNCIONALES>>

9. DISEÑO DE LA CAJA PARA EL EMPAQUE DEL JUEGO DIDACTICO

9.1 DISEÑO DE LA CAJA

La caja contendrá como producto final el Juego Didáctico que consta de dos cubos de madera grandes, cinco cubos de madera pequeños y una barra de silicona, el cual llegara a los clientes. El diseño garantizara que el producto sea protegido, de igual forma facilitara el transporte y manipulación del mismo.

En la Ilustración 10, se muestra el diseño utilizado para el empaque del juego didáctico, el cual debe tener en cuenta los parámetros establecidos en el proyecto “DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UN PROTOTIPO DE UNA ESTACION DE TRABAJO AUTOMATIZADA DE PALETIZADO, PARA LA PLANTA DE MANUFACTURA FLEXIBLE, EN EL LABORATORIO DE INGENIERIA INDUSTRIAL “GEIPRO” DE LA UNIDAD CENTRAL DEL VALLE DEL CAUCA”, todo es con el fin de cumplir con variables de peso y tamaño que requiere dicha estación.

Ilustración 10: Diseño de la caja






Fuente: Autores

Es importante tener en cuenta que el tipo de material empleado para el diseño de la caja debe ser resistente y debe acoplarse a las dimensiones establecidas en el proyecto de la “Estación de Paletizado”, en este caso dichas medidas son 32cm de largo, 17cm de ancho y 11cm de alto. Por otra parte, la elección del tipo de material, según los parámetros establecidos, debe ser el cartón. Para ello se realiza un análisis el cual define el tipo de cartón apropiado para el empaque del juego didáctico, estos se describen a continuación:

Tabla 10: Tipos de cartón

Tipo de cartón	Definición	Imagen
Sólido blanqueado o ultra	Es fabricado con pasta química blanqueada en el interior de sus capas y capas de estuco en la capa superior y en el reverso, este tipo de material protege el producto, lo dignifica y ennoblece, es adaptable a diferentes formas y funciones, flexible en su diseño, exhibe y hace lucir el producto resaltando la marca y brindando información de interés.	
Sólido no blanqueado o gama	Se fabrica exclusivamente con pasta química no blanqueada y es de color marrón, puede llegar a tener entre dos o tres capas de estuco en la cara superior para conseguir una superficie blanca, se utiliza en envases agrupadores de bebidas (botellas y latas), ya que es muy resistente y puede tratarse para que sea resistente al agua.	
Folding o américa	Está compuesto por varias capas que contienen principalmente pasta mecánica entre las capas superior e inferior, hechas de pasta química, es utilizada en cosméticos, chocolates y dulces, productos de cuidado personal y medicinas, artículos de aseo, comidas secas y congeladas, entre otros.	

Tabla 4: Continuación

<p>Cartón Maule</p>	<p>Cartón diseñado especialmente para envases del rubro industrial, alimenticio y para aplicaciones gráficas. Muy apropiada para la fabricación de estuches de cosméticos, productos dentales, alimentos secos y congelados, cajas de cigarrillos, tapas de libros.</p>	
<p>Poliboard</p>	<p>Permite la fabricación de empaques plegadizos, está formado por capas co – extruidas de celulosa prensada virgen y polietileno de baja densidad interno y externo totalmente, se utiliza para conservar productos o alimentos congelados, contener líquidos y conservar la temperatura.</p>	
<p>Fibras recicladas o propalcote</p>	<p>Es un cartoncillo de varias capas que comprende como mínimo una capa central hecha principalmente de fibras recicladas, la capa superior es de pasta virgen química blanqueada o de fibras recicladas blancas destintadas, se usa en envases para cereales, comidas secas, comidas de nevera y congeladas, detergentes, productos domésticos, entre otros.</p>	
<p>Corrugado y micro – corrugado</p>	<p>Tiene una estructura formada por un nervio central de papel ondulado, reforzado externamente por dos capas de papel pegadas con adhesivo en las crestas de la onda, es un material liviano, cuya resistencia se basa en el trabajo en conjunto y vertical de estas tres láminas de papel, es esencial para la producción de envases plegables, se fabrican a partir de recursos renovables y son reciclables. Puede ser utilizado como separador de materiales o embalajes de gran resistencia.</p>	

9.2 CARACTERÍSTICAS DE LA CAJA

La caja será fabricada de un tipo de cartón muy comercial, se utilizará el cartón “Maule”, este fue seleccionado gracias a las características que posee, entre ellas se destacan la firmeza, la cual es necesaria para garantizar que el juego didáctico sea transportado y manipulado de manera segura y conservando la calidad del producto. De igual manera este tipo de material facilita la presentación visual de la caja punto lo cual es fundamental para la promoción del mismo.

La caja contará con un diseño muy llamativo, en ella, se resaltarán el nombre de la universidad (Unidad Central del Valle del Cauca) el cual es ubicado en la parte posterior de la caja. De igual forma se ubicará en la parte frontal el nombre del lugar donde se encuentra la celda de manufactura flexible (Laboratorio de Ingeniería Industrial GEIPRO).

Ilustración 11: Parte superior de la caja de empaque



Fuente: Autores

9.3 CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA DE CIERRE

La caja está diseñada para contener el juego didáctico hasta el momento que el producto llega al cliente, por ello la caja debe contar con un sistema que garantice su sellamiento durante el proceso de transporte.

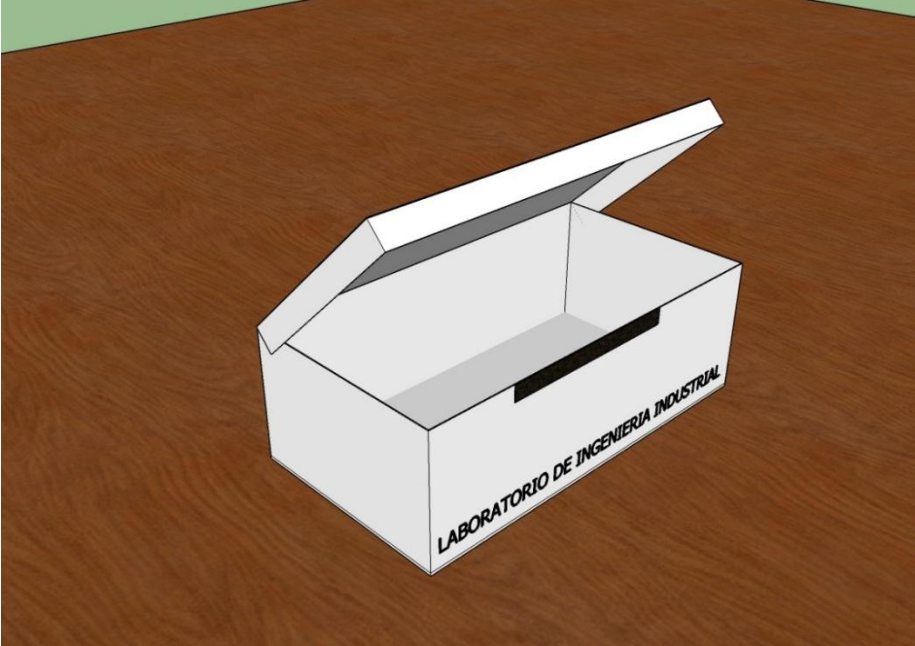
9.3.1 Sistema de cierre: Se utilizó una cinta de velcro, la cual cumple con el objetivo de mantener cerrada la caja hasta que es entregada al cliente. Este sistema consiste en una cinta de velcro situada en la cara frontal de la caja y en el respaldo de la pestaña de la cara superior de la caja, con dimensiones de 5 cm de larga y 1 cm de ancha. Por medio de unas guías situadas en la banda de empaque, se irá girando la tapa hasta lograr un Angulo de 55°, donde por gravedad la tapa de la caja caerá y se ajustará, es allí donde el velcro cumple la función de sellamiento garantizando que el producto llegue a las manos del cliente en buen estado.

Ilustración 12: Velcro



9.3.2 Ubicación del velcro: Para el sellamiento de la caja, se incorporó el velcro en borde superior de la caja y en la tapa. Para el proceso de sellado, fueron ubicadas unas en la banda transportadora pequeña, la cual va ir girando la tapa de la caja. Cuando la tapa superior de la caja llega a un ángulo de inclinación de 55° caerá por gravedad uniendo las dos partes del velcro.

Ilustración 13: Ubicación del velcro en la caja de empaque



Fuente: Autores

10. MANUAL TÉCNICO DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL EQUIPO

En este capítulo se desarrolla el manual técnico de operación y mantenimiento del equipo donde se van a encontrar todas las especificaciones técnicas, los cuidados, mantenimiento y las recomendaciones necesarias. De igual manera se van a entregar impresos al coordinador del laboratorio de ingeniería industrial por lo cual este debe de ser revisado antes del funcionamiento.

Dado que el manual se convierte en una herramienta de trabajo para las personas que utilicen esta línea, para efectos prácticos se imprime como un documento aparte del presente trabajo de grado. (Ver anexo impreso)

11.RESULTADOS

A continuación se muestran los resultados del funcionamiento de la estación de empaque que fueron obtenidos a partir de pruebas y estudios realizados a la celda de manufactura flexible. Estos fueron asociados al funcionamiento de cada una de las estaciones y la banda principal.

11.1 VELOCIDAD DE LA BANDA TRANSPORTADORA DE LA ESTACIÓN DE EMPAQUE

“La velocidad de la banda transportadora se mide en concordancia a las rpm del motor en el eje de salida, la transmisión mecánica que en este caso es de poleas, el rozamiento que tienen los ejes y la frecuencia a la que opera el motor, midiendo el desplazamiento de un objeto de extremo a extremo”²⁵. De acuerdo a lo anterior las velocidades de la banda transportadora de la estación de empaque se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 11: Velocidad de la banda transportadora

Velocidad de la banda transportadora	3 m/s
Velocidad modulo bloque de madera grande	8.57 und/min
Velocidad modulo bloque de madera pequeño	20 und/min
Velocidad silicona	40 und/min

Fuente: Autores

11.2 VELOCIDAD DE EMPAQUE

La velocidad de empaque depende de la línea de producción como tal, para ello se realizaron una serie de pruebas en la que se obtuvo que el menor tiempo del proceso es cuando los bloques de madera que son transportados por la banda pasan simultáneamente por los sensores. A continuación se muestran los resultados obtenidos de la velocidad de empaque:

²⁵ CHAVERRA DE LA CRUZ, Natalia. CHAVERRA DE LA CRUZ, Stefania. PINEDA ÁVILA, Mario Andrés. Automatización De La Estación De Trabajo De Empaque Para El Prototipo De La Planta De Manufactura Flexible Del Laboratorio Geipro. Trabajo de grado Ingeniería Industrial. Tuluá: Unidad central del Valle del Cauca. 2014. p. 109

Tabla 12: Velocidad de empaque

Velocidad de empaque		
Velocidad mínima empaque lineal	94 cajas/hora	38 seg
Velocidad con módulo de taladro	Cerca de 45 cajas/hora	80 seg

Fuente: Autores

Para la medición de los tiempos se utilizó un cronometro digital, para ello se tuvieron en cuentas la estaciones que demandaron menor y mayor tiempo en la línea de producción. Cabe destacar que el tiempo máximo de operación se da en la estación del taladro es por esto que se tomó como punto de referencia para determinar el tiempo máximo del proceso.

11.3 ESTANDARIZACIÓN

La estandarización tiene como fin mostrar el porcentaje del producto que fue aceptado y rechazado en el proceso, esto se relaciona principalmente con el funcionamiento de las guías y la banda transportadora de la estación de empaque. De acuerdo a lo anterior, el nivel de estandarización aumenta cuando hay mayor sincronización en sus elementos mecánicos y el funcionamiento electrónico del sistema. Cabe destacar que entre menos sincronizado este el sistema de control, el producto final que en este caso son los cubos de madera y la barra de silicona, quedaran mal empacados. A continuación se muestran los resultados de estandarización:

Tabla 13: Porcentaje de estandarización

Porcentaje de estandarización	
Error de sincronización	Estandarización
10%	99%

Tabla 13: Continuación

20%	95%
30%	93%
40%	91%
50%	80%
60%	76%
70%	50%
80%	35%
90%	10%
95%	3%

11.4 CONSUMO DE ENERGÍA

El consumo de energía eléctrica se relaciona con el trabajo de los motores y electroválvulas, quienes son los encargados de suministrar corriente proporcional a la fuerza que se está aplicando, de acuerdo a lo anterior si hay mayor peso ubicado en la banda transportadora, más corriente eléctrica exigirá. A continuación se muestra el consumo de corriente eléctrica relacionada con diferentes pesos de la operación.

Tabla 14: Consumo de energía

Consumo de energía		
Peso Kg	Amperaje Motor	Consumo Watt/Hora
1	1	220
2	1	220
3	1	220
4	1,2	264
5	1,2	264
6	1,4	308
7	1,4	308
8	1,6	352
9	1,7	374
10	NA	NA
11	NA	NA
12	NA	NA

Es importante destacar que se utilizó un motor trifásico el cual da mayor eficiencia al proceso. Por otra parte se puede observar que en la tabla anterior a partir de los 10 Kg no se muestra el consumo de energía, esto se debe a que no es recomendable utilizar pesos iguales o superiores a 10 Kg ya que pueden dañar el motor por sobrecarga.

11.5 DISEÑO CAJA DE EMPAQUE

La caja de empaque fue diseñada teniendo en cuenta las dimensiones del producto final que en este caso son los cubos de madera y la barra de silicona. Las dimensiones de la caja diseñada son: ancho: 17 cm, largo: 32 cm y alto: 11 cm. Esta caja debe ser ubicada en un extremo de la banda transportadora de la estación de empaque con la tapa abierta para dar ingreso a los productos y posteriormente ser sellada por medio del pistón neumático. Estas dimensiones fueron establecidas para permitir que el producto final ingrese fácilmente a la caja, se aplica tanto para la barra de silicona, como para los cubos de madera que vienen en la banda principal.

11.6 CANTIDAD DE EMPAQUE

En la operación de la celda de manufactura se pueden obtener diferentes velocidades las cuales van ligadas a las estaciones, en este caso se enfoca en la estación donde se elaboran los bloques de madera y también se debe tener en cuenta la velocidad de transporte de la banda principal. En la siguiente tabla se muestran los resultados de la cantidad de cajas empacadas teniendo como base la operación de las demás estaciones de la celda de manufactura.

Tabla 15: Cantidad de empaque

Cantidad de empaque		
Tiempo mínimo de empaque (seg)	Cantidad máxima a empacar (turno de 8 horas)	Total empaque
38	758	682
50	576	518
60	480	432
70	411	370
80	360	324

Al igual que la velocidad de empaque, la cantidad de empaque se relaciona con las demás estaciones de la celda de manufactura y también se relaciona el error de estandarización. Para realizar el cálculo y obtener un estimado se toma la cantidad de producción en un turno de ocho horas y se multiplica por el error estándar (90%) para tener un total aproximado a la realidad.

11.7 VALORES TÉCNICOS DE LA ESTACION DE EMPAQUE

Los valores técnicos son datos importantes que sirven como apoyo para que el sistema pueda estar sincronizado al momento de su operación, todo esto teniendo en cuenta los parámetros establecidos por los diseñadores de manera que al momento de su ejecución se tendrán capacidades de producción con un error estándar mínimo. En la siguiente tabla se nombran los valores técnicos de la estación de empaque.

Tabla 16: Valores técnicos

Valores técnicos	
Voltaje principal	220 VAC
Voltaje motor banda transportadora modulo empaque	220 VAC
Voltaje sensores	24 VDC
Rango de operación de sensores	1cm - 13 cm
Rango de operación neumática	50 a 100 PSI
Estructura banda	Acero convencional
Material guías	Acero inoxidable
Distancia entre guías	20 cm
Largo de guías	1,2 m
Angulo de desviación	25 °
Altura de guías	10 cm
Distancia entre banda y guías	10 cm
Altura de banda de empaque Max	80 cm
Rango de operación sistema de banda y guías	45 cm - 55 cm
Recorrido máximo de caja	1.55 m
Cantidad de tensores banda	2
Rango de tensión de banda	0 cm -5 cm

12. CONCLUSIONES

- De acuerdo a las reuniones establecidas con los interesados del proyecto “Celda de manufactura flexible” se pudo determinar que el diseño adecuado está condicionado por el diseño de la caja, por las condiciones de infraestructura, y por los de tiempos de las estaciones anteriores a la zona de empaque, y la estación siguiente que es la de paletizado donde se determinan el peso y las dimensiones de la caja.
- Al Realizar el Diagnostico del diseño adecuado de la estación de empaque se determinó que se debía cambiar el motor con el fin de que cumpliera con la potencia necesaria para mover los productos de las estaciones anteriores además se distribuyeron los sensores en las bandas con la finalidad de detectar los cubos, y los pistones se reubicaron con el fin de detener la caja para que se cumpla la recepción de los productos
- Se logró determinar que el diseño más adecuado para el empaque del producto final, es una caja plegadiza con un sistema de sellado en velcro el cual tiene una adherencia que cumple con los parámetros de resistencia, este lograra conservar los productos dentro, para ello es de vital importancia el material, se realizaron pruebas con distintos tipos de material para identificar el indicado; de acuerdo a lo anterior se concluyó que el cartón maule cumple con las condiciones que requiere el proyecto.
- El diseño del manual de funcionamiento, mantenimiento y seguridad, permitió establecer las pautas para la operación de la máquina, donde se aclara el principio de funcionamiento, los mantenimientos preventivos y las condiciones de seguridad que se deben de tener en cuenta antes de puesta en marcha de la zona de empaque.

13. RECOMENDACIONES Y TRABAJOS FUTUROS

Cuando se habla del rediseño de un proceso “Zona de Empaque” se recomienda tener una metodología bien definida y sistemática para lograr que el nuevo diseño o mejora de la situación actual cumpla con todas las características de los nuevos requerimientos de la línea.

Al momento de implementar un proyecto en una línea de producción continua, se debe realizar una investigación sobre el proceso actual, con el fin de que al implementar alguna modificación (mecánico, eléctrico, etc.) dentro de la línea, este debe garantizar que las condiciones actuales no sean afectadas de manera negativa.

El proyecto implementado en el laboratorio de GEIPRO, cuenta con un manual de funcionamiento, de seguridad y de mantenimientos, donde se hablan de conceptos claves que deben tener presentes para futuros proyectos dentro de la línea de producción.

Trabajo futuros:

- Creación de guías con niveles de ajuste con el fin de que se pueda cambiar el formato, por posibles implementaciones de nuevos de productos
- Control de velocidad del motor de la banda de la estación de empaque, es necesario la implementación de un control de velocidad, con el fin de variar la velocidad de la banda y evitar que futuros cambios en el sistema, ocasionen cuellos de botellas en esta línea.

14. BIBLIOGRAFIA

- Actividades prácticas del grupo GEIO automatizadas en la Celda de Manufactura Flexible(<http://www.scielo.org.co/pdf/entra/v10n1/v10n1a20.pdf>)
- FREIVALDS, Andris; NIEBEL, Benjamín W, Ingeniería Industrial, Métodos, estándares y diseño del trabajo, 11a Edición, Editorial Alfaomega, 2004.
- INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN. Documentación: Presentación de tesis, trabajos de grado y otros trabajos de investigación. NTC 1486 2008. Bogotá D.C. 38p.
- INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN. Documentación: Referencias bibliográficas: contenido forma y estructura. NTC 5613 2008. Bogotá D.C. 38p.
- LABORATORIO INDUSTRIAL (<http://facultades.uceva.edu.co/index.php/laboratorio-industrial>).
- MANUFACTURA FLEXIBLE (<http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/ingenieria/mecatronica/>)
- MORENO, Ramón, Ingeniería de la automatización industrial, 2a edición, Editorial Alfaomega Ra-Ma, 2004.
- Planeación de instalaciones de James A. Tompkins, John A. White, Yavuz A. Bozer y J.M.A. Tanchoco.