



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA

FACULTAD DE INGENIERÍA

PRÁCTICA PROFESIONAL

CORPORACIÓN DINANT

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO:

INGENIERO EN MECATRÓNICA

PRESENTADO POR:

21541013 MARVIN JOSÉ LORENZANA BUESO

ASESOR: ING. ALBERTO CARRASCO

CAMPUS: SAN PEDRO SULA; ENERO, 2020

DEDICATORIA

A mis padres, quienes siempre me apoyaron y estuvieron ahí durante todo mi trayecto académico
dándome consejo y alentándome a seguir adelante.

A mis hermanas, que a través de su ejemplo me sirvieron de guías para ser la persona que soy y
alientan a perseguir mis objetivos.

A mis amigos y compañeros, que siempre estuvieron ahí para brindar una mano durante todo
este recorrido.

AGRADECIMIENTO

Agradecer primordialmente a Dios que me sustenta y me ha ayudado tanto espiritual como emocionalmente durante toda mi carrera universitaria.

A mis padres, Allan Lorenzana y Waldina Bueso, gracias a ellos me he vuelto mejor persona al pasar de los años y nada de esto hubiera sido posible sin su amor y apoyo otorgado durante toda esta aventura.

A mis hermanas, gracias a su amor y cariño casi como fueran una segunda madre me apoyaron e instruyeron durante toda mi vida y en especial esta trayectoria académica..

A todos los catedráticos que fueron parte de mi formación académica y aquellos que también me apoyaron para ser mejor persona y un mejor ingeniero.

EPÍGRAFE

“No hay que apagar la luz de otro para lograr que brille la nuestra”

Mahatma Gandhi

RESUMEN EJECUTIVO

Se desarrolló la práctica profesional en Corporación Dinant con la misión y objetivo de aplicar lo aprendido durante el transcurso académico de la universidad estudiando ingeniería mecatrónica y aprender conocimiento y experiencia en el ámbito industrial.

Se trabajó en dos departamentos donde la asignación personal para su escritor era el diseño e implementación de sistemas automatizados de almacenamiento y producción específicamente para la planta Dixie y Centro de Distribución propia de Dinant.

En el departamento de distribución y logística se trabajó fundamentalmente en el proyecto a implementar de los *pallet runner* donde se trabajó en una simulación detallada con tiempos específicos que se mantendrían intactos aun con el nuevo sistema, con aspectos de producción en temas de distribución a los distintos países, con resultados de la mejor ruta o camino para que los operadores realicen el acarreo, etc.

En el área de mantenimiento se ejecutaron dos tareas de desarrollo en proyectos de mejora automatizados específicamente en la línea de sopas. Donde se programó personalmente con el programa de TIA portal y el software LOGO para PLC Siemens. Igualmente se desarrolló un estudio en Flexsim y se hizo formalmente la propuesta para la implementación de estos proyectos para luego realizar la instalación de uno de estos. Luego de la aprobación del proyecto de la banda en Y, se realizó un esquemático del circuito del panel a instalarse en Solidworks Electrical para posteriormente realizar la instalación y comprobar el correcto funcionamiento de este proyecto de mejora.

Palabras clave: PLC, *Pallet Runner*, automatización

ÍNDICE DE CONTENIDO

I.	Introducción	1
II.	Generalidades de la empresa	3
	2.1 Descripción de la empresa	3
	2.2 Descripción del departamento	4
	2.3 Objetivos de puesto.....	4
	2.3.1 Objetivo general.....	4
	2.3.2 Objetivos específicos.....	4
III.	Marco Teórico	5
	3.1 Autonomía.....	5
	3.2 <i>Pallet Runner</i>	7
	3.2.1 AUTOSAT	7
	3.2.2 Funcionamiento.....	7
	3.2.3 Ventajas o Beneficios	9
	3.2.4 Datos Técnicos.....	10
	3.2.5 Componentes.....	11
	3.3 Sensores	11
	3.3.1 Sensores Capacitivos	12
	3.3.2 Tacogenerador.....	14
	3.4 Actuadores	14
	3.4.1 Actuadores neumáticos.....	15
	3.4.1.1 Cilindros neumáticos.....	15
	3.4.1.2 Electroválvulas.....	17

3.4.2 Actuadores eléctricos.....	17
3.4.1 Servo Motores.....	18
3.5 PLC.....	18
3.5.1 Siemens.....	20
3.6 Simulador Flexsim.....	21
IV. Desarrollo.....	22
4.1 Descripción del trabajo desarrollado.....	22
4.1.1 Proyecto <i>Pallet Runner</i> en área de bodega.....	22
4.1.1.1 Sistema actual.....	22
4.1.1.2 Problema.....	23
4.1.1.3 Toma de tiempos.....	23
4.1.1.4 Otros datos de información para la simulación.....	24
4.1.1.5 Reunión de los ingenieros y arquitecto.....	24
4.1.1.6 Desarrollo de la simulación.....	24
4.1.2 Proyecto de banda automática en la línea de sopas.....	26
4.1.2.1 Sistema actual.....	26
4.1.2.2 Propuesta de implementación.....	27
4.1.2.3 Toma de tiempo de proceso y velocidad de la banda.....	28
4.1.2.4 Simulación del proyecto de sopas.....	29
4.1.2.5 Resultados de la simulación.....	30
4.1.2.6 Programación en TIA Portal V15.....	31
4.1.3 Sistema automatizado para salida del ACM y banda en Y.....	33
4.1.3.1 Observación y planteamiento del proceso.....	33
4.1.3.2 Propuesta de mejora.....	34

4.1.3.3 Recolección de datos	35
4.1.3.4 Simulación de proyecto banda en Y.....	36
4.1.3.5 Resultados de la simulación del proyecto de banda en Y	36
4.1.3.6 Programación en el software LOGO.....	38
4.1.3.7 Diseño del esquemático eléctrico	40
4.2 Cronograma de actividades.....	42
V. Conclusiones	43
VI. Recomendaciones	44
6.1 A la empresa.....	44
6.2 a la universidad.....	44
VII. Bibliografía	45

Índice de Ilustraciones

Ilustración 1. Proceso del Pallet Runner.....	8
Ilustración 2. Capacitor de placas paralelas.....	12
Ilustración 3.Capacitor Interdigitado.....	13
Ilustración 4. Capacitor de Franja	13
Ilustración 5. Composición de un tacómetro.....	14
Ilustración 6. Cilindro de simple efecto.....	16
Ilustración 7. Cilindro de doble efecto.	17
Ilustración 8. Componentes de un autómeta programable.....	19
Ilustración 9. PLC Siemens Simatic S7 200.....	20
Ilustración 10. Maquina "Charoladora"	27
Ilustración 11. Cortadora de plástico termonencogible	27
Ilustración 12. Salida de la charoladora	28
Ilustración 13. Medición de velocidad con tacómetro	29
Ilustración 14. Simulación en Flexsim del Proyecto de nueva banda para sopas.....	30
Ilustración 15. Resultados de la simulación proyecto en línea de salida de sopas.....	31
Ilustración 16. Programación en TIA Portal para el proyecto en empaque de sopas.....	33
Ilustración 17. La entrada de dos carriles de la banda en Y.....	34
Ilustración 18. Salida de 3 carriles de la banda en Y.....	34
Ilustración 19. Salida de aire para proyecto de Banda en Y.....	35
Ilustración 20. Simulación en Flexsim, Proyecto de banda en Y.....	36
Ilustración 21. Resultados de la simulación de la banda en Y en 1 hora	37
Ilustración 22. Resultados de la simulación de la banda en Y en 12 horas.....	38
Ilustración 23.Programación para el proyecto de la banda en Y en formato FBD.....	39
Ilustración 24. Programación para el proyecto de la banda en Y en formato LAD.....	40
Ilustración 25. Esquemático eléctrico para el proyecto de la banda en Y.....	41

Índice de tablas

Tabla 1. Cronograma de actividades.....	42
---	----

Glosario

- *Pallet Runner*: Su traducción en inglés es corredor de tarimas, pero su significado es del proyecto de racks automatizado mediante carretillas semiautónomas.
- CD: Centro de distribución abreviado por sus siglas.
- FIFO: *First in First out* por sus siglas en inglés.
- LIFO: *Last in First out* por sus siglas en inglés.
- *Shuttle*: hace referencia a la carretilla o carro semiautónomo en inglés
- PLC: Controlador lógico programable traducido del inglés.
- ACM: Auto coupling machine por sus siglas en inglés.

I. Introducción

El presente informe es para detallar actividades que se desarrollaran para la práctica profesional en Corporación Dinant, específicamente en la planta de Dixie que primordialmente produce *snacks* como principal producto y otros pero no menos importante como lo son sopas, maní y dulces como la leche de burra. Se realizaran varios proyectos durante el desarrollo de estos tres meses de práctica, como primera tarea dentro de la empresa se desarrollara un análisis de automatización para el sistema de almacenamiento *Pallet Runners*. Siendo Dinant, el primero en Honduras por implementar este tipo de sistema de auto almacenamiento.

Hoy en día, el proceso dentro de distribución y logística es bastante manual con equipo no muy avanzado, como lo son montacargas y otros carros transportadores como las "mulas", entre otros. Corporación Dinant está a la vanguardia de la automatización y para esto ya se han propuesto instalar lo que es un sistema de auto almacenamiento para paletas o tarimas para poder ubicar aquellos pallets que estén listas para cargar a un contenedor. Se instalará e implementará los carros *shuttle* AUTOSAT donde se lograría lo que es un aprovechamiento total de todo el volumen del almacén ya que estos permitirían retirar, depositar o incluso recolocar las tarimas con los modelos de funcionamiento conocidos como FIFO o LIFO. Estos carros satelitales semiautomático son un sistema de almacenaje por compactación diseñado para optimizar movimientos de carga y descarga de tarimas sin que un operario tenga que ingresar dentro de la estructura. Estos son usados por empresas con alto volumen de paletas por referencia y alta actividad de carga y descarga. Consta de una estructura de estantería donde se pueden acoplar estos carros *shuttle* motorizados que se pueden controlar con un control remoto que puede manejar alrededor de 4 carros simultáneamente. El plan es tener un sistema de racks automatizado para tener las tarimas listas para cargar al contenedor optimizando el tiempo de cualquier holgura, error de ubicación o incluso un error humano. Añadiendo que también se estructurara cada carril del *pallet runner* para que cada uno sea tarimas para una sucursal en específico.

Se dividirá la estadía dentro de la empresa específicamente en dos áreas, pues para enriquecer más conocimientos mecatrónicos también se trabajara en el área de mantenimiento donde se desarrollan distintos proyectos como la mejora del proceso de empaque y optimización en la distribución de una banda en Y, específicamente en la línea de sopas dentro de Dixie.

Especificando, este informe se distribuirá en siete capítulos. Siendo el segundo capítulo una descripción detallada la historia de la empresa, lo que produce, misión, visión y otros valores, más a fondo se describirá los departamentos en cual se desarrollara la práctica profesional además del puesto designado y los objetivos específicos y generales del escritor de esta tesis. El tercer capítulo no es más que un marco teórico de conceptos para que el lector comprenda términos que se utilizaron dentro del capítulo cuatro del desarrollo, que es una redacción de las actividades cronológicas para la realización de los proyectos asignados. El capítulo cinco abarcará las conclusiones de lo hecho y planteado dentro de los objetivos propuestos. Como penúltimo con el capítulo seis se dará unas recomendaciones para corporación Dinant y Unitec de que actividades o proyectos deberían desarrollarse como mejora. Finalizando con el capítulo siete destacando todas las referencias bibliográficas como lo fueron libros, libros electrónicos, artículos científicos, sitios web, etc.

II. Generalidades de la empresa

2.1 Descripción de la empresa

Corporación Dinant es una empresa de origen hondureña con presencia en centro américa, el caribe y Estados Unidos. Generadora de distintos productos divididos en diferentes áreas como los son la de *snacks*, grasas y aceite, división de alimentos, división para el cuidado del hogar y una área de agro negocios. Se puede mencionar dentro de la historia de esta empresa que su nombre de origen comenzó como “Fabrica de jabones químicas Dinant” con su fundador Miguel Facusse Barjum en 1970. Cambia su nombre a corporación Cressida de Centro América y por último en 2005 se quedan con el nombre que actualmente poseen como Corporación Dinant.

Como cualquier institución, este no se queda atrás y establece su misión, visión, principios y valores bien definidos. Donde su misión es producir más, con calidad y eficiencia para generar bienestar social y rentabilidad económica, procurando a la vez mejorar la calidad de vida de nuestros colaboradores, proveedores, clientes y nuestro ambiente. La visión es sencilla tal como ser una empresa de alcance mundial e identifican sus valores como lo son la innovación, honestidad y confianza. Por ultimo enfocan y se aferran a principios del trabajo en equipo, calidad hacia sus clientes, colaboradores y comunidades, pasión y respeto a la diversidad con la inclusión del medio ambiente (Dinant, 2020).



2.2 Descripción del departamento

Como se menciona anteriormente en la introducción, se trabaja dentro de dos áreas. La primera donde se implementara el proyecto de *pallet runners*, distribución y logística que el trabajo de este departamento se basa en despachar o almacenar cajas ya entarimadas de lo que se produce en planta. La segunda el área de mantenimiento que se enfoca primordialmente en realizar inspecciones en el área de potencia y trabajar en diseño y programación de proyectos que se quieren implementar.

2.3 Objetivos de puesto

2.3.1 Objetivo general.

Diseño e implementación de proyectos automatizados de almacenamiento y productividad dentro de la planta Dixie y Centro de Distribución.

2.3.2 Objetivos específicos

1. Diseñar una simulación en el software de simulación Flexsim detallando todo el proceso desde salida de producción hasta almacén, ya sea dentro de contenedor o rack.
2. Detallar aspectos técnicos así mismo sus funciones del nuevo sistema a implementar "*Pallet Runner*".
3. Desarrollar y diseñar las propuestas de proyecto para mejora en el área de mantenimiento y área de distribución y logística.

III. Marco Teórico

Este capítulo del marco teórico describe detalles y conceptos técnicos para la comprensión del lector acerca de los proyectos desarrollados durante la práctica profesional. Se comienza describiendo el proyecto de *pallet runner*, haciendo hincapié en los términos de la autonomía y semi autonomía. Especificando igualmente, la marca del proveedor de este sistema, su funcionamiento, opciones de operación, ventajas de su uso e implementación, componentes y aspectos técnicos del dispositivo. Prosiguiendo se mencionara componentes o materiales fundamentales como los sensores, actuadores, controladores y software de los proyectos de automatización de la zona de empaque y el de la banda en Y en la línea de sopas.

3.1 Autonomía

Para comprender el proyecto de los *pallet runner* es fundamental entender que este es un sistema de carretillas semi autónomas capaces de trabajar hasta cierto punto independientes. La autonomía para robots comienza con la percepción del entorno a través de sensores, modelización del entorno, localización utilizando técnicas y recopilación de datos de estos sensores de navegación y control de decisiones a partir de lo anteriormente mencionado (Palacios, 2000).

En la actualidad, los robots comerciales que realizan tareas relativamente sencillas, como por ejemplo los robots industriales o los robots aspiradora, son capaces de trabajar durante largos periodos de tiempo sin requerir la presencia de un operador. Se pueden considerar como robots con un alto grado de autonomía. Muchos de estos robots reciben órdenes de alto nivel por parte de operadores humanos, mientras que las decisiones que toman ellos mismos son de más bajo nivel. Muchos de los robots humanoides actuales, cuando se mueven en entornos complejos, lo hacen de forma tele operada. Además, no hay que pensar tan sólo en robots tele operados, muchos robots móviles, capaces de elegir su camino y evitar obstáculos de forma autónoma, dependen de un operador humano para que les indique a donde tienen que ir. En algunos casos, podemos encontrar también robots muy avanzados capaces de trabajar de forma

totalmente autónoma, pero, normalmente, sólo en entornos controlados o únicamente durante breves periodos de tiempo.

Cuando el sistema está analizando la mejor decisión posible, esa decisión debería ser la correcta. De acuerdo con lo que hemos indicado antes, en lo que sigue, vincularemos la inteligencia del robot al grado de acierto en sus decisiones. Lo que se espera es que esta respuesta de acierto, su rango de estar en lo correcto cambie según el problema al cual se enfrente y puede ser muy alto para ciertos problemas y serlo muy bajo para otros. Un robot, como una persona, puede ser muy inteligente en un determinado tipo de problemas y, sin embargo, ser incapaz de dar respuestas acertadas en otro tipo de problemas. No es raro encontrarse con robots que toman decisiones adecuadas cuando se encuentran en el entorno controlado y simplificado de un laboratorio, pero son incapaces de hacer lo mismo en un entorno real mucho más complejo. El concepto de inteligencia que estamos usando aquí es independiente de los mecanismos empleados en la toma de decisiones. Hoy en día, esta visión está bastante superada, y se reconoce que, incluso en los seres humanos, una gran parte de las decisiones inteligentes no están necesariamente asociadas a procesos de análisis racional (Salichs, *et al.*, 2010).

A pesar de que la autonomía completa de robots u otro tipo de sistema está lejos, se llegara (Gartinuño, 2015). Pero sin embargo existen distintos niveles de autonomía que se pueden clasificar de la siguiente forma.

1. La tele operación que consiste en el control a distancia por un operador mediante un controlador. Este resulta el nivel de autonomía más baja.
2. El modo seguro ya incluyen elementos como lo son paradas de emergencia, sistemas anti choques, límites de cargas con la ayuda de sensores que permiten al robot tomar decisiones por sí mismo.
3. En el modo compartido el sistema ya puede realizar acciones como evasión de obstáculos o realizar movimientos según ciertas circunstancias
4. En Navegación Dirigida usualmente ya son dispositivos con tareas como misiones de búsqueda, patrullaje y seguimiento de trayectorias.

5. Por último los más autónomos son aquellos tienen la habilidad de escanear y analizar terrenos o problemas. Estos tienen aplicaciones como son vigilancia de perímetros, vigilancia ambiental e incluso detectora de explosivos. (Pulido, *et al.* , 2012)

3.2 Pallet Runner.

Un corredor de tarima o conocido en inglés como "*Pallet Runner*" es un sistema de almacenamiento de carril profundo semiautomático. Especialmente adecuado para aplicaciones con SKU de alto volumen donde la idea es cargar las paletas y transportarlas mediante una carretilla programada para ubicar el contenido en la posición libre más cercana,

3.2.1 AUTOSAT

Este modelo AUTOSAT fue la elegida para este sistema de automatización que se planea implementarse. Una marca de la fábrica de AUTOHMA que consiste en un carro innovador semiautónomo que permite la carga y descarga repetida de pallets por un mismo canal de almacenamiento que será encargado del funcionamiento del *Pallet Runner*

3.2.2 Funcionamiento

Dentro de las opciones que nos entrega este sistema *Pallet Runner* tenemos:

- Opción de almacenamiento: Primero se coloca el carro en el nivel donde se va estar moviendo el producto. Se asegura la fijación de la plataforma con los rieles de la estructura. Luego ya se puede ingresar el pallet al carro motorizado y con el control remoto el operario puede dar inicio a la operación. El *shuttle* se encarga de apilar la tarima hasta la ubicación que esté disponible más cercana. En la ilustración 1 observamos el proceso del Pallet Runner.



Ilustración 1. Proceso del Pallet Runner.

Fuente: (AUTOHMA, 2020)

- Opción de almacenamiento continuo: comienza una actividad que consiste en múltiples misiones de almacenamiento. Esto es útil para el almacenamiento múltiple en el mismo carril.
- Opción de *Picking*: ordenar a la carretilla que recoja la primera tarima a su disposición, se ubica por debajo y levanta su plataforma para llevarla a plaza de salida para que un montacargas descargue el producto. Esta opción funciona ya sea con *FIFO* o *LIFO*.
- Opción de *Picking* continuo: es la misma operación de *Picking*, pero para realizar varios recorridos. Es útil para que el operario pueda descargar varias tarimas en el mismo carril y el ocuparse en otro trabajo por mientras el carro autónomamente este realizando su misión. Incluso se puede configurar la cantidad de tarimas que desee descargar.
- Opción de ajuste manual de distancia: como lo dice su nombre, este habilita reducir el espacio entre pallets en dado caso que hay un exceso en el carril.

También hay opciones "secundarias" donde se encuentran:

- Reorganización por compactación, ya sea empujando o jalando: compacta todo el carril para no dejar espacios vacíos y aprovechar todo el espacio disponible. Solo se puede usar en modo *FIFO*.
- Opción de anticolisión: si en dado caso hay más de un AUTOSAT en el mismo carril, los carritos se comunicaran entre sí para evitar choques. Solo se puede usar en modo *FIFO*.
- Multipallet: el carro reconoce que está trabajando con distintos tipos de tarima dentro del mismo carril
- *Plus*: si en dado caso en una operación de *picking* continuo, no se ha descargado el pallet del rack, el AUTOSAT prosigue y continua con la siguiente y las va apilando de modo de salida.

Dentro de otras funciones, existen las opciones de trabajar ya sea con el modo de operación *FIFO* o *LIFO*. Si es *FIFO* la carreta lleva la tarima al otro extremo del rack para poder descargarla. Puede realizar el recuento de inventario dentro del nivel del estante, un contador de kilómetros recorridos, una cámara que verifica la ubicación y movimientos del *shuttle*, un inclinómetro que detecta si la carretilla fue colocada correctamente entre los rieles. Entre otras opciones se podrá cancelar la orden, parada de emergencia y un indicador que mantiene al operario al tanto si ocupa algún tipo de mantenimiento u ocurrió un error durante la misión.

3.2.3 Ventajas o Beneficios

Con este sistema se aplicaría una mejor organización para evitar tarimas puestas en los pasillos que usualmente no tienen espacio donde colocarlas y luego es un procedimiento tedioso de buscar la ubicación de esta tarima. Obviamente como es un proyecto con un dispositivo autónomo, ergonómicamente es muy beneficioso para cualquier operario e incluso evitaría el daño del producto dentro de las cajas ya que estos carros son de fiabilidad con el uso de sensores que evitan posibles choques y finales de carrera que disminuyen la velocidad de las plataformas al llegar al destino.

La capacidad dentro de la bodega aumentaría la densidad de almacenaje y evita la construcción de una posible ampliación, estructuralmente hablando. Aumenta lo que es la flexibilidad de la

bodega combinando sistemas como *Drive in* y *Rack Flow*. Aprovecharía el sistema *Drive In* en el sentido de optimización de espacio útil aprovechando el máximo espacio disponible siendo este un sistema compacto y que permite almacenar gran cantidad de productos con la misma referencia. Con respecto al *Rack Flow*, toma características de flexibilidad utilizando lo que son las plataformas para mover los pallets.

Este es un sistema escalable, en dado caso que haya un crecimiento y hay necesidad de mayor movimiento de tarimas se implementa otro carro para transportar y apilar las tarimas. Disminuye lo que son costos directos e indirectos de personal o equipo, pues este dispositivo equivale a lo es una persona y una grúa, mejorando lo que es la capacidad de respuesta de la bodega. Igualmente disminuye gastos por poco gasto energético.

3.2.4 Datos Técnicos

Cabe destacar técnicamente este AUTOSAT funciona con una batería de litio de 48 V con capacidad 20Ah. Lo destacable de esta fuente de alimentación es que es recargable que dura un aproximado de 8 horas en condiciones y temperatura ambiente y totalmente cargada. En caso de la batería se descarga, se tendría que recargar en un tiempo de 5 horas. Esta batería según datos técnicos tiene una vida útil mayor de 5 años. Los motores de corriente continua que se utilizan tienen la capacidad de cargar entre 1500 kg (nominal) a 2000 kg (1.5 a 2 Toneladas) y según la carga la cual se aplique y si el carro está en movimiento puede consumir de 540 a 600 W, lo cual la batería es más que capaz de suministrar. El desempeño de la velocidad de este dispositivo normalmente, siempre según la carga, puede ser desde 35m/min a 70m/min (0.58m/s – 1.25m/s), lo cual es suficiente para moverse un espacio por segundo, donde esta velocidad puede ser manipulable. Con respecto al rendimiento, dependiendo de la configuración o programación que se le dé, el *pallet runner* puede realizar el movimiento de 40 tarimas x hora. Estos son máquinas relativamente silenciosas pues producen un máximo de 60 decibels el cual está por debajo de cuando este puede ser nocivo a 80 decibeles. Su operación funciona a través de un control remoto que utiliza como medio de comunicación la radio frecuencia con una opción de comunicarse serialmente vía wifi. Su control remoto también es

recargable y recalcar que tanto el cargador de la batería y del control remoto pueden trabajar con 110/220 V.

Según reseñas y opiniones de otros usuarios de este sistema, este auto *shuttle* no requieren mucho mantenimiento y el mismo dispositivo avisa si lo ocupa.

Nota del manual: el dispositivo utiliza una batería de color rojo que sustituye lo que es la batería de litio cuando se carga, se recomienda que este se utilice en la noche cuando no se use o en un tiempo menor de 2 horas.

3.2.5 Componentes

Dentro de los componentes que incluye este sistema, sin artilugios extra, son un sensor detector de polvo, una batería de litio recargable de 48 voltios, un control remoto, un bumper de seguridad, un botón de paro de emergencia, sensor ópticos y un puerto de comunicación Ethernet (AUTOHMA, 2020).

3.3 Sensores

Dando finalizado con el tema de los *pallet runner*, a continuación se da entrada a toda la instrumentación que se necesitó para la ejecución de las ideas propuestas como lo son los componentes eléctricos, electrónicos y neumáticos que se utilizaran en los proyectos de la zona de empaque y banda en y.

La necesidad de transformar un tipo de energía a otra ha sido una actividad realizada, cuantificada y modificada por el paso del tiempo. Esto incluye la manera de encontrar como trasladar información de variables y magnitudes físicas no eléctricas a señales eléctricas que pueden ser interpretadas por algún procesador de información. Este tipo de transformación de energía lo hace lo que se conoce como un transductor, este es la pieza fundamental de un sensor y este es el encargado de leer y enviar los datos que logra percibir. Los sensores son fundamentales en cualquier proceso automático pues este es el que se encarga de entender lo que sucede en el mundo real ya sea como señales digitales o análogas (Escalona, 2007).

3.3.1 Sensores Capacitivos

Dentro de la amplia gama de sensores que existen actualmente se encuentra el de tipo capacitivo. Siendo este uno de lo más usados por distintas razones como puede ser su bajo consumo energético, destacan por tener una resolución infinita, poca sensibilidad con respecto a efectos térmicos, es fácilmente aislable a ruidos de campos eléctricos y por ultimo este es capaz de detectar casi cualquier tipo de material.

Estos transductores capacitivos son utilizados en sensores de presión, lineales, de nivel, acelerómetros, proximidad e interruptores. Donde el funcionamiento de estos es bastante similar pues consiste en una estructura de uno o más capacitores donde su configuración geométrica puede ser de tres formas diferentes.

El primero es el capacitor de placas paralelas, observe la ilustración 2, que es capaz de medir desplazamiento de las placas móviles con respecto a las placas fijas. Esta configuración se encuentra mayormente en sensores de presión.

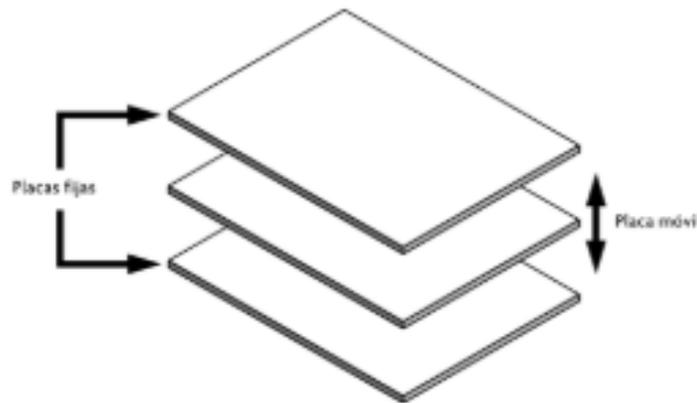


Ilustración 2.Capacitor de placas paralelas

Fuente: (Corona, *et al.* , 2014)

El segundo es el interdigitado, observe la ilustración 3, donde tiene dos "dedos" en su composición. Una de estas es fija y la otra móvil y según el caso, el dedo móvil se desplazara de modo que provocara una variación de capacitancia entre los dos dedos.

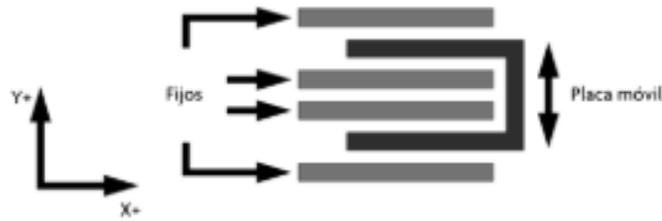


Ilustración 3. Capacitor Interdigitado

Fuente: (Corona, *et al.*, 2014)

El tercero es el capacitor de franja que son los que utilizan los sensores de proximidad donde este es conformado por un interdigitado en lo que es el electrodo 2. Este electrodo dos es móvil entonces entre más se desplaza con respecto al electrodo uno logra variar más la capacitancia, véase la ilustración 4.

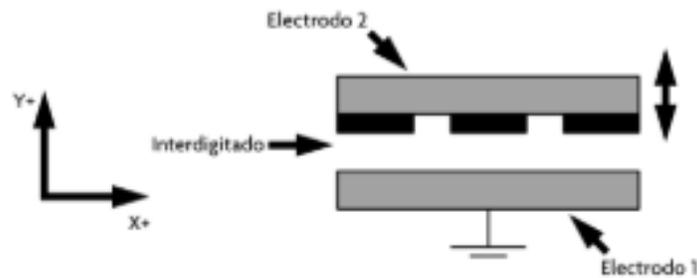


Ilustración 4. Capacitor de Franja

Fuente: (Corona Ramírez, *et al.*, 2014)

La ecuación para encontrar la capacitancia es la siguiente

$$C = \frac{e_0 e_t A_t}{d}$$

Donde e_0 es la permisividad del vacío, e_t permisividad relativa del media, área efectiva entre electrodos y d que es la distancia entre los electrodos (Corona Ramírez, *et al.*, 2014).

3.3.2 Tacogenerador

Un tacogenerador o un tacómetro es una especie de transductor de velocidad. Su principio de funcionalidad es en base a una reluctancia variable, donde su salida es un voltaje analógico. Se compone por medio de un imán permanente que genera un campo magnético fijo, y una rueda dentada que es la que mecánicamente está sometida al objeto que físicamente se busca medir, obsérvese la ilustración 5. Esta rueda gira y produce una corriente por el cambio en el flujo magnético proporcional al giro del motor. Esta corriente circula por medio de una bobina y por unas escobillas. La salida de voltaje se mide en las escobillas y a partir de ahí se mide la variación de tal voltaje (Areny, 2003).

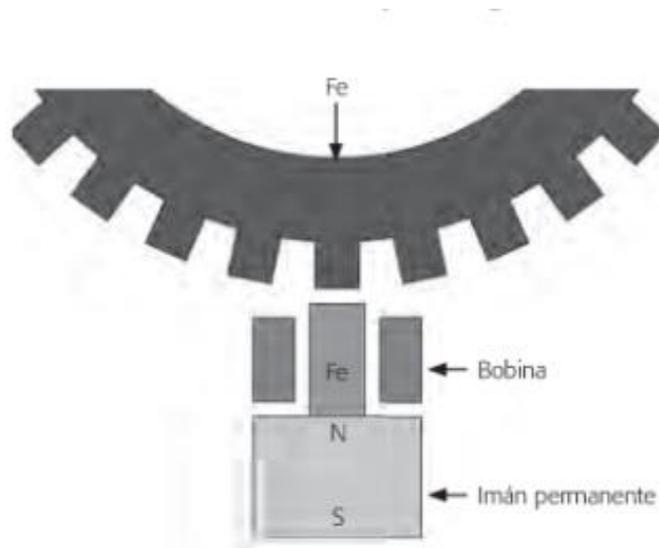


Ilustración 5. Composición de un tacómetro.

Fuente: (Corona & Abarca, 2019)

3.4 Actuadores

Similar a un sensor, los actuadores usan la transformación de energía para su funcionamiento solo que estos lo utilizan para realizar una fuerza para cambiar una velocidad, posición o estado de algún tipo sobre un elemento mecánico. Estos se clasifican en dos ramas, por su tipo de

movimiento ya sea lineal o rotatoria, la segunda manera por la energía que utiliza que puede ser eléctrica, neumática e hidráulica.

3.4.1 Actuadores neumáticos

Este tipo de actuadores basan su funcionamiento en transformar energía de un aire acumulado en un trabajo mecánico rectilíneo o rotatorio. Si un aire es contenido sobre un recipiente cerrado y se ejerce una fuerza sobre este, el mismo genera una presión sobre las paredes del recipiente y esta presión puede ser utilizada para generar una fuerza de salida sobre un elemento mecánico (Corona & Abarca, 2019).

Los instrumentos neumáticos al día de hoy están muy bien optimizados tanto que por muchos afirman que estos ya están perfeccionados porque estos tienen bloques de control de tipo PID, cascada u otros artefactos como alarmas de desviación, relés de relación, interruptores para procesos discontinuos, etc.

Estos son bastante robustos pues resulta muy conveniente su uso en áreas peligrosas, aunque el sistema eléctrico deje de funcionar y el sistema neumático que lo alimenta este bien este siempre seguirá funcionando. En caso de alguna de una avería este se puede sustituir sin ninguna complicación.

Es de notificar que actualmente los actuadores neumáticos ya no se consideran tanto como antes con respecto a los otros tipos porque es difícilmente controlable su salida para casos de alta precisión y que padecen de carencia para tratar señales de información digital (Sole, 2008).

3.4.1.1 Cilindros neumáticos

Estos forman parte de la rama de los actuadores lineales y tienen una subdivisión entre cilindros de simple efecto los cuales con una sola entrada saca el pistón en un solo sentido pero un resorte lo retorna a su posición inicial como se puede observar en la ilustración 6. Utilizados comúnmente para expulsión, marcar o sujetar. Con respecto al otro tipo de cilindro que se tratara a continuación, este consume menos aire, pero a consecuencia del componente del

resorte hay una reducción de impulso en la salida por lo cual a la hora de elegir uno de estos de simple efecto se deberá considerar un diámetro interno mayor para obtener la fuerza requerida. De igual modo por el mismo resorte puede condicionar el largo longitudinal del pistón.

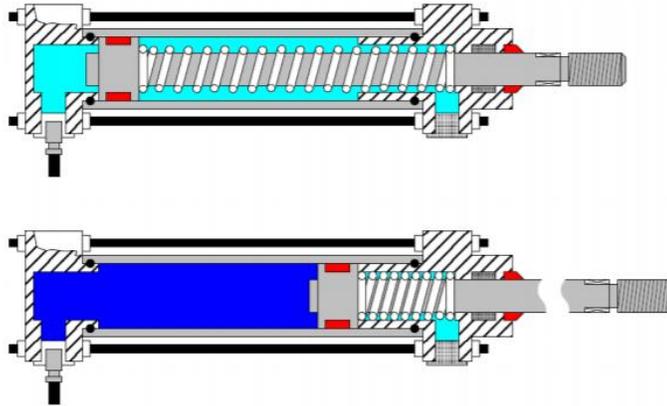


Ilustración 6. Cilindro de simple efecto

Fuente: (Escalera & Rodríguez , 2016)

El otro tipo de cilindro son los de doble efecto que lo conforman dos entradas, una para producir la carrera de salida y el segundo genera el efecto de regreso. A diferencia del de simple efecto para entrada y salida se utiliza el aire comprimido para desarrollar el trabajo. Su campo de aplicación es mucho más extenso que el de simple efecto, incluso cuando no se ocupa realizar presión sobre una de las entradas porque usualmente estas pueden retener su posición por contener dentro de una de sus recamaras el aire. En la ilustración 7 se demuestra un cilindro de doble efecto (Escalera & Rodríguez, 2016).

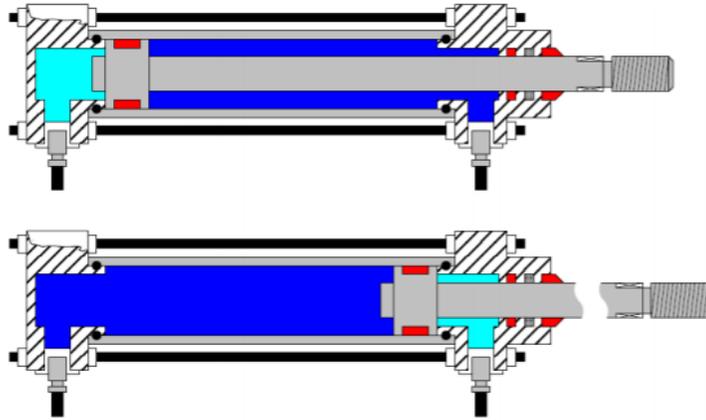


Ilustración 7. Cilindro de doble efecto.

Fuente: (Escalera & Rodríguez, 2016)

3.4.1.2 Electroválvulas

Las electroválvulas son dispositivos que responden a pulsos eléctricos. Estos usualmente son controlados industrialmente mediante controladores. Las electroválvulas se utilizan en gran número de sistemas y rubros que manejan fluidos como el agua, el aire, el vapor, aceites livianos, gases neutros y otros. En particular, las electroválvulas suelen implementarse en lugares de difícil acceso ya que pueden ser accionadas por medio de acciones eléctricas.

Su funcionamiento principalmente se fundamenta en el accionamiento de un solenoide para controlar directamente el abre y cierre de la válvula. Cuando se energiza el solenoide se genera un campo magnético que atrae a un núcleo móvil para abrir esta válvula (Nicolas, 2010).

3.4.2 Actuadores eléctricos

Así como los neumáticos con el aire, los actuadores eléctricos, en especial con los motores eléctricos, son aquellas maquinas capaces de transformar energía eléctrica en una energía mecánica. Ventajas de este tipo de actuadores es la fuente de alimentación que utilizan pues la electricidad se destaca por ser una energía limpia y eficiente, usada correctamente, es fácil de

controlar y en contraste a motores de combustión estos no necesitan ventilación o algún combustible fósil (Chapman, 2012).

3.4.1 Servo Motores

El servo motor es un tipo especial de motor que su uso principalmente es el control de la posición moviendo una cantidad de grados y tener la capacidad de mantenerse fijo. Este tipo de motores los podemos encontrar que operen con corriente directa o corriente alterna. Estos trabajan gracias a amplificadores electrónicos con demoduladores internos o externos y rectificadores controlados de silicio. Lo que les caracteriza a cualquier tipo de servo son dos cosas. Primero el par de salida será proporcional al voltaje de control aplicado y segundo que la dirección del par será determinado por la polaridad instantánea de voltaje de control (Kosow, 1993).

El servo motor es una especie de motor de pasos por lo tanto este gira a pasos discretos, pasos que se le inducen al devanado del estator y que pueden ser regulados por la velocidad la cual se envían estos pulsos de voltaje. Específicamente la precisión del motor depende de cuantos polos este incluya y su velocidad por la secuencia o la modulación de pulsos que a este se le entregue (Wildi & Navarro, 2007).

3.5 PLC

Para los proyectos de automatización industrial usualmente se utilizan lo que son estos autómatas programables y Dinant no se queda atrás y los emplea en la mayoría de procesos que tienen a su disposición. Un controlador lógico programable es un dispositivo capaz de ser programada para ejecutar funciones cumpliendo requisitos de seguridad y ser al mismo tiempo fiable en su funcionamiento. Se desarrollaron en los años 60 para la automatización de procesos de producción donde se enfocó principalmente en que fuesen económicos en término de costos, fiables, de tamaño reducido, que tuvieran posibilidad de comunicarse con ordenadores y que fueran reprogramables.

Los PLC pueden realizar instrucciones de temporizadores, funciones aritméticas, secuencias, funciones lógicas y pueden recibir señales digitales y analógicas por medio de módulos de entradas. Aunque existen diferentes tipos de marcas o modelos de autómatas programables la mayoría pueden realizar este tipo de funciones y es gracias a los componentes que lo conforman. Los que se mencionaran a continuación y que se puede visualizar en la ilustración 8, son los componentes que todo PLC debería tener como puede ser su unidad de procesamiento (CPU), memoria, unidad de programación, entradas y salidas y una alimentación eléctrica (Sánchez, 2007).

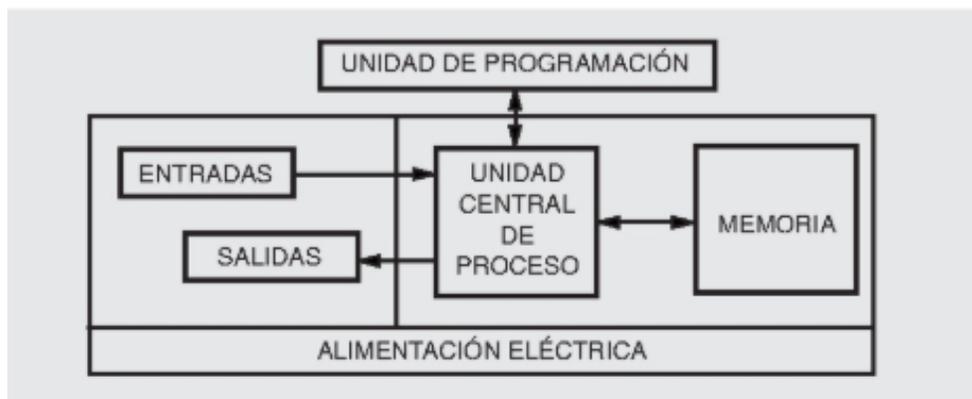


Ilustración 8. Componentes de un autómata programable.

Fuente: (Sánchez, 2007)

Con la invención de nuevas tecnologías en las áreas mecánica, eléctrica, electrónica, entre otras fue necesario que para el humano crear equipos capaces de retener información o datos y en base a eso ejecutar acciones de control para activar y desactivar lo que son actuadores. Estos fueron inventados y formulados para realizar tareas que ocupan de respuestas precisas y rápidas que la capacidad de una persona común no puede realizar (Mandado, *et al.* , 2009)

Estos controladores son máquinas que lee la programación de forma secuencial como es indicada por el usuario. Este ejecuta comandos o genera órdenes en base a la información que los sensores otorguen, en base a esto el autómata analiza los valores que se le son indicados y reacciona según el caso. Este proceso se puede resumir en tres etapas, la primera que es la lectura de las señales por parte de los sensores, segundo la escritura de las señales de salida y

ultimo el procesamiento del programa para mandar las señales de control (Balcells & Romeral, 1997).

A la hora de elegir un PLC para un proyecto se puede considerar varios factores pero los más esenciales son el sitio donde se instalara el controlador, el rendimiento del sistema, es decir, la cantidad de entradas y salidas necesarias. El lenguaje de programación, ya sea, FBD (lenguaje de bloque de funciones), LD (tipo escalera), SCL (lenguaje estructurado de control) etc. las funciones de control de movimiento, refiriéndose específicamente a que salidas se van a utilizar sea por ejemplo el control de velocidad, posición, etc.

3.5.1 Siemens

Siemens produce una amplia gama de PLC dentro de lo que ellos mismos enlistan algunas características que contienen su marca como tal. En la ilustración 9 se refleja un Simatic S7 200.

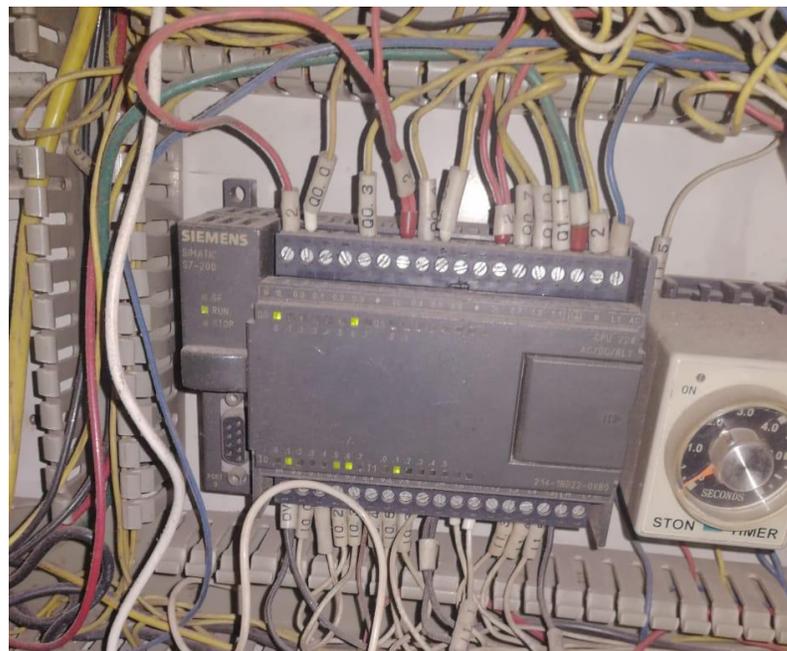


Ilustración 9. PLC Siemens Simatic S7 200

Fuente: (propia)

La primera es su tecnología integrada. Se refiere que todos los modelos tienen a la disposición las funciones como tarea de conteo, medición, control de circuitos cerrados y control de movimiento.

Seguridad integrada. Esta asegura que el controlador es a prueba de fallos pero también se refieren a la seguridad de información como tal. Evitando la copia y manipulación del contenido del programa así protegiendo la propiedad intelectual y la inversión de conocimiento del desarrollador.

Tiene un sistema de autodiagnóstico que analiza su sistema proveyendo al técnico o ingeniero resultados y soluciones eficientes para evitar tiempo perdido en producción.

Entre otras cosas mencionan su optimización del diseño para lo que es configuración de la estructura o cableado. Almacenamiento de datos optimizado y la posibilidad de escalabilidad de proyectos (Siemens, 2015).

3.6 Simulador Flexsim

El software conocido como Flexsim es un programa que permite desarrollar simulaciones potentes en 3D para procesos y sistemas de mejoras como propuestas a futuro. Capaz de demostrar en un entorno virtual una posible realidad sin tener que hacerlo físicamente evitando percances en el proceso. Probando distintos escenarios para acoplar un nuevo ajuste al sistema que actualmente se utiliza con la ayuda de estadísticos y gráficos que dan a entender a profundidad que pasa realmente dentro del mismo proceso. Ayuda en temas de optimización, costos, tiempos y busca de beneficios (Flexsim, 2020).

IV. Desarrollo

Durante el transcurso de la práctica profesional se realizaron varias actividades que desarrollaron conocimiento nuevo sobre cómo funcionan procesos industriales y refuerzan conocimiento técnicos anteriormente aprendidos durante el trayecto universitario. Dinant solicita una idea clara de lo que se planea como mejora y una descripción específica del mismo para la toma de decisiones para ver la viabilidad de estos proyectos propuestos, por lo tanto se diseñaron y realizaron programaciones y simulaciones que reflejen el comportamiento del proyecto funcionando antes de implementarse y así realizar un análisis técnico y económico para hacer una decisión final.

Se realizaron estudio de tiempos, toma de velocidades en operarios y maquinaria y un análisis de los procesos dentro de los proyectos que se plantearon realizar. Entre otras actividades asignadas proponer ideas de mejora, investigaciones técnicas sobre las máquinas de los proyectos o de otros proyectos.

4.1 Descripción del trabajo desarrollado

4.1.1 Proyecto *Pallet Runner* en área de bodega

4.1.1.1 *Sistema actual*

El área de bodega es un área con gran oportunidad de mejora continua en temas de automatización, pues resulta que sistema actualmente de acarreo y almacenamiento se trabaja manualmente mediante muchos operarios y maquinaria básica como montacargas. El proceso de bodega comienza desde que se empaca las ristas de *snacks* en cajas para luego completar tarimas. Un acarreador conocido como "aduanero" se encarga de escanear y declarar que la estiba está en proceso de salida de producción al almacén, esto para llevar un control de inventario. Este aduanero lleva sus cajas a un pasillo, donde los pasillos están identificados por país. Usualmente estas tarimas luego son recogidas por otra persona y se las llevan directamente al empaque en un camión pero en caso no hay donde despacharlo directamente

se almacena en los racks. Por eso usualmente es mejor que el aduanero lo deja en los pasillos por si ocupa almacenarse dentro de la misma bodega. Según un análisis de datos proporcionado por la empresa alrededor de un 61 por ciento de lo que se produce al día se distribuye a los camiones y el otro 39 se almacena en rack. Para mantener un flujo de estos usualmente lo que se descarga del rack para la salida de bodega usualmente es un 31 por ciento. Hay una excepción dentro de este proceso específico para producto de Honduras pues este pasa por un proceso de flejado para protección de las tarimas. Para la salida de las tarimas igualmente pasa por un scanner para declarar que estos están siendo retirados de planta.

4.1.1.2 Problema

Cuando la productividad es alta el sistema de distribución no es capaz de llevar un flujo correcto. No tienen la velocidad necesaria para poder almacenar todas esas tarimas que se van produciendo por lo que los aduaneros cuando se llenan los pasillos no tienen más que colocarlos donde se pueda ubicar y haya espacio. Esto igualmente genera más problemas pues de igual manera toca luego buscar tal tarima, porque esta debe ser desalojada lo antes posible. No se puede tener un control y este dificulta más el trabajo.

4.1.1.3 Toma de tiempos

Hay una cantidad enorme de variables que afectan la simulación donde la principal de ellas son los tiempos que se toman cada trabajo dentro del proceso. Con un cronometro se tomaron el tiempo de las siguientes actividades.

El tiempo del aduanero en recoger la tarima dentro de la planta de producción y dejarla en los distintos pasillos. Aquí tomando en cuenta los segundos que le tomo escanear y firmar la salida del pallet. Igualmente si hubo algún retraso por tráfico o por tiempo muerto igual fue considerado.

Tiempo que los montacargas tardan en cargar y descargar del rack. También el tiempo de un mulero en movilizar el producto de un lugar a otros, contando su carga y descarga igualmente.

Tiempo que toma el proceso de fleje. Considerando el tiempo de espera, el de configuración de la máquina y que el operario saque la estiba de la máquina.

Por último, el tiempo de pasillo al camión donde se toma desde que el personal disponible recoja, escanea y libere al contenedor. Considerando dentro de todos estos datos que se consideró las distancias por el destino o país al cual van.

4.1.1.4 Otros datos de información para la simulación

Igualmente se investigó y se consultó a datos de la corporación para realizar una simulación más real posible. Números importantes como la cantidad de tarimas por hora que se produjeron por cada línea de producción, el plan de distribución para cada país y un porcentaje de cómo es la distribución por sucursal dentro cada uno de los países. De la misma manera se obtuvo un estimado de lo que se espera que se descargue del rack para distribución al día.

Conjunto con toda esta adquisición de datos se consideraron aspectos técnicos del *shuttle* como el tiempo de recarga y descarga de la batería, el tiempo que tomaría al montacargas cambiar de posición y casilla y la velocidad con la que este tomaría colocar la tarima en su posición.

4.1.1.5 Reunión de los ingenieros y arquitecto

Antes de realizar la simulación se me convoco a una reunión para considerar factores que pueden afectar cuestiones puntuales en el rendimiento de la simulación. Pues se planeó una restructuración civil de lo que es la bodega donde se planteaban dos posibles escenarios. Donde lo que se tiene en común es la posición de instalación de los pallet runner. Lo que propuso fue dejar cierta cantidad de racks selectivos pero considerando el espacio disponible para que los acarreadores puedan transitar. Entonces la idea fue de considerar un posible túnel como recorrido disponible para los operarios. Pero obviamente quitaría disponibilidad de almacén.

4.1.1.6 Desarrollo de la simulación

Se tomó un aproximado de 4 semanas para realizar la simulación para ambos casos (con y sin túneles para recorridos) donde se reunió con los ingenieros del departamento para obtener retroalimentación u otras observaciones.

En la simulación se puede detallar lo anteriormente descrito donde se puede identificar el color de cada pallet como el destino o el país al cual van, los de color café se consideran como parte del inventario inicial. Los pallet cada columna de los *pallet runner* fueron asignados por sucursal donde el país de Honduras tiene más columnas disponibles pues esta es donde más distribuye. Hay zonas designadas para el tránsito específico de montacargas. Hubo una reubicación de las máquinas flejadoras y el pedido de los camiones se realiza en base a cantidad de tarimas por país o sucursal que se tiene en ese momento. Tomando en cuenta también que el plan de toda tarima subida al nuevo sistema a implementar será flejado para evitar cualquier percance que alguna caja se desubique o se caiga.

Lo que sucede más a detalle dentro de la simulación es lo siguiente, el mismo proceso de inicio se mantiene, pues un aduanero se encarga de recoger la estiba dentro de la zona de empaque y transportarla dentro de bodega. Aquí es donde comienza el cambio pues los racks viejos que se mantendrán se almacenarán las tarimas de no tanto flujo de despacho como pueden ser familiares de Guatemala, El Salvador, etc. Los demás tendrán que pasar directamente a la máquina flejadora donde se reubicará su posición más cercanas a las salidas de la aduana. Luego si en caso hay disponibilidad del camión de dicho país y sucursal entonces el acarreador lo llevará directo a colocarlo en el transporte. Si en dado caso no hay camión para esto entonces este acarreador deberá liberar esa tarima en un área para que el montacargas primero coloque el *shuttle* en la columna designada de esa sucursal para luego colocar la tarima en la carretilla y esta apilarla en su sitio de almacén. El *pallet runner* es simulado mediante una banda transportadora donde está condicionada que solo puede llevar una tarima por proceso y este debería tomarse un rango de tiempo para terminar ese proceso en su salida tendrá un espacio donde solo se podrá almacenar cierta cantidad de producto este determinado por las especificaciones de este almacén automatizado. La simulación por condicionantes comprende que cuando un pasillo de un *pallet runner* está llenándose entonces se manda a llamar un

camión específicamente para ese pasillo. Después de un tiempo de espera y que haya un andén libre entonces un montacargas se encarga de bajar las tarimas y llevarlas a un área donde los operarios puedan subirlas al camión designado. Vale destacar que visualmente no se puede observar que el carro vaya colocando las tarimas en posición de salida pero si se considera el tiempo que este tomaría si esto pasara en la realidad. El camión se despachara cuando alcance su cubicaje máximo que su rango aproximadamente es de 28 a 32 tarimas.

4.1.2 Proyecto de banda automática en la línea de sopas

4.1.2.1 Sistema actual

En la fase final de la línea de sopas la que se encarga del sistema de empaquetado de los vasos de sopas en una caja lo realiza una máquina denominada "charoladora" Véase la ilustración 10. A veces esta no realiza su funcionalidad correctamente y hay espacios vacíos dentro de las cajas por lo cual debe considerarse a un reproceso para poder completarse. Siguiendo a la salida de la máquina empaquetadora se encuentra una banda de rodillos sin motor alguno donde un operario tiene la misión de colocar una etiqueta a la caja, luego pasa a una etapa donde se le debe envolver con un plástico termoencogible que pasa por una máquina que corta el plástico, observe la ilustración 11. Notar que en el proceso anterior hay una persona encarga de evitar que estas cajas tengan un flujo continuo porque la maquina no tiene un sistema para reconocer que dos cajas están ingresando al mismo tiempo y surge el caso que puede cortar a la mitad del proceso a la siguiente caja. Por ultimo esta caja pasa por un horno para luego ser estibado.



Ilustración 10. Máquina "Charoladora"

Fuente: (Dinant, 2020)



Ilustración 11. Cortadora de plástico termonecogible

Fuente: (Dinant, 2020)

4.1.2.2 Propuesta de implementación

Después de consultar y analizar el proceso con supervisores e ingenieros del departamento, se propone un sistema de control automatizado desde la salida de la máquina empaquetadora, observe la ilustración 12, donde se configurara un arreglo de sensores para reconocer alguna charola incompleta y rechazarla para ser reprocesada.



Ilustración 12. Salida de la charoladora

Fuente: (Dinant, 2020)

A continuación pasara por una máquina etiquetadora y por la cortadora donde su entrada será controlada por la misma banda propuesta. En caso que esta banda se esté acumulando, se abrirá la misma compuerta donde se rechazan las cajas incompletas pero estas solo se colocaran y apilaran en una banda que espera que la banda principal se libere. El control del sistema será desarrollada por un PLC en conjunto con sensores que notificaran la entrada y salida de cajas dentro de la banda (en caso no hay cajas los motores se detienen). El control de caja a la cortadora será manejado por el sensor mecánico que ya tiene integrado la máquina y un sensor en la salida de la banda propuesta.

4.1.2.3 Toma de tiempo de proceso y velocidad de la banda

Así mismo como en el proyecto anterior se pidió una simulación en el software de Flexsim por lo cual es necesario tomar los tiempos en la máquina empaquetadora, tiempo de corte del plástico, tiempo aproximado en el horno. Además se usó un tacómetro, véase la ilustración 13, para tomar las rpm con la que trabaja la única banda automática de un metro de largo de todo el proceso.



Ilustración 13. Medición de velocidad con tacómetro

Fuente: (Propia)

4.1.2.4 Simulación del proyecto de sopas

Esta simulación, como se muestra en la ilustración 14, resalta como sería el proceso implementado teniendo todo lo anteriormente mencionado donde lo que se busca principalmente saber a qué velocidad debe trabajar la banda y la longitud de la misma. Se observa como cierta cantidad de charolas se rechazan activándose lo que supuestamente es una compuerta. De igual manera dentro de esta banda donde se rechaza en caso la banda principal

solo está llena entonces la compuerta que saca del proceso por completo a la caja no se activa y espera que se libere la principal para liberar y seguir con el proceso.

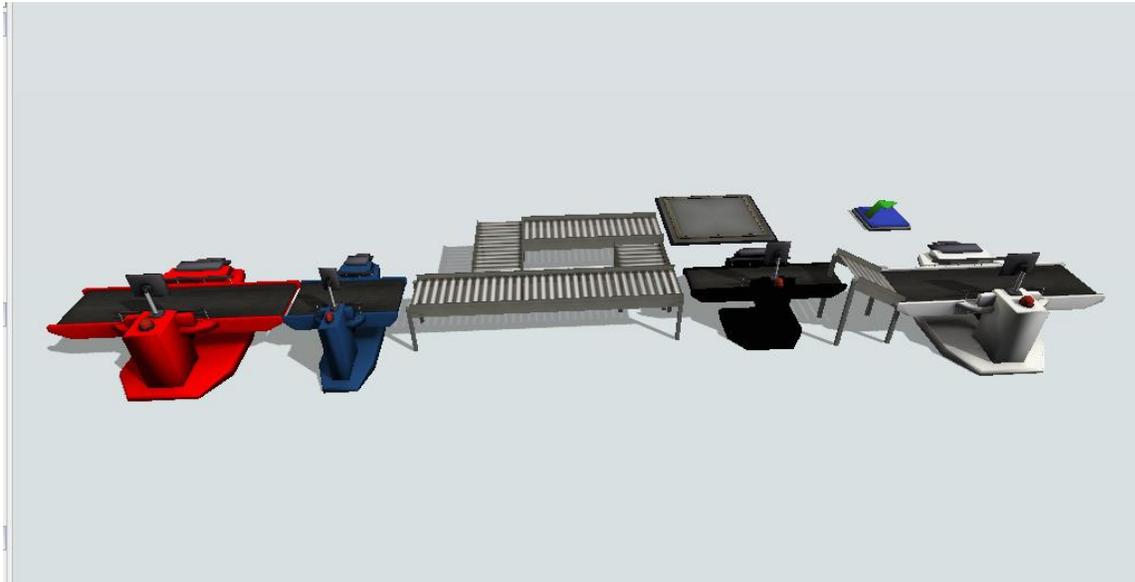


Ilustración 14. Simulación en Flexsim del Proyecto de nueva banda para sopas.

Fuente: (Propia)

De igual modo se destaca que la banda se detiene si y solo si la maquina cortadora está pasando la cuchilla (sensor mecánico activo) y el sensor en la salida está detectando caja también. Importante de esta simulación que es lo más notable es que a partir de cierta densidad de producción siempre habrá un estancamiento en la máquina empaquetadora. No es por el sistema propuesto sino porque la cantidad de cajas que puede producir la línea es mayor a la capacidad de las maquinas como la charoladora y la cortadora pueden trabajar. Por lo cual si la línea está a su máxima capacidad de producción será necesario o poner a alguien controlando la entrada a la banda o cambiar equipo que sea capaz de trabajar al mismo ritmo.

4.1.2.5 Resultados de la simulación

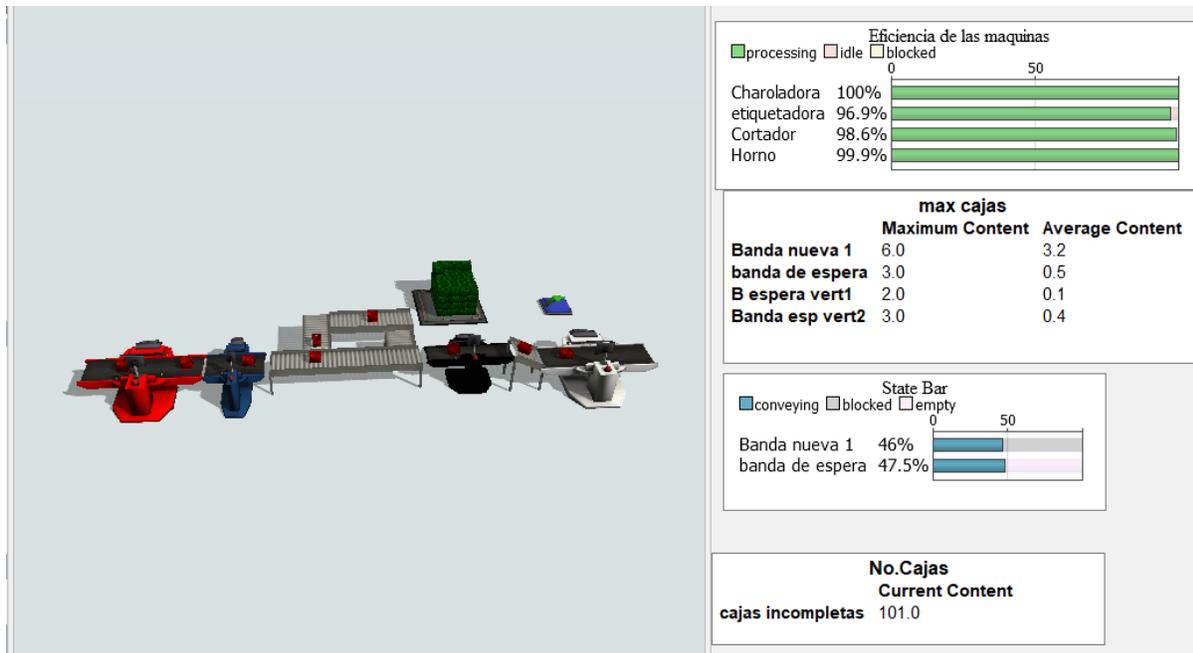


Ilustración 15. Resultados de la simulación proyecto en línea de salida de sopas.

Fuente: (propia)

Como datos y resultados que se obtuvieron en esta simulación, como lo demuestra la ilustración 15, se encontró un punto donde máximo de capacidad para que no se atore ninguna maquina en ningún momento. Como se resaltó anteriormente, esta simulación fue condicionada a una capacidad menor de lo que es la máxima producción de la línea. También se consultó con el proveedor de la maquina etiquetadora y se cuestionó la velocidad recomendada para correr y colocar la etiqueta en las máquinas. Igualmente se estableció un porcentaje de cajas que deberían ser rechazadas y con estos parámetros iniciales se obtuvo que una banda una velocidad mínima de 0.5 m/s es posible que la banda nueva pueda acarrear los churros sin dificultar los otros procesos. La longitud de la banda principal seria de 5 metros y el la banda designada para rechazo o espera será en forma de un circuito cuadrado de 2 metros cada lado de longitud.

4.1.2.6 Programación en TIA Portal V15

Como se utilizara un autómata programable de marca Siemens es necesario realizar el algoritmo para controlar las siguientes instrucciones:

- En la entrada donde está la banda actual habrá un arreglo de 4 sensores donde se asegura que las charolas estén completas además de tener el control de la entrada de cajas en la nueva banda.
- En dado caso no esté completa, en la entrada a la banda nueva habrá un actuador que mandara la charola a la banda de rechazo o de espera.
- El mismo actuador se accionara en caso que la banda nueva tenga un contenido de 5 cajas como máximo.
- La etiquetadora se encontrara antes de la compuerta de rechazo.
- La banda estará en marcha si hay contenido dentro de la misma y parara.
- Si el sensor mecánico en la cortadora y el sensor de salida de la banda estén sensando caja la compuerta de liberación de la banda de espera se activara en caso que la banda principal tenga menos de 4 cajas y si un sensor de presencia no detecta una caja próxima en el camino.
- La banda de espera solo correrá si tiene contenido dentro.

Con estas condiciones se realizó la programación en escalera y se refleja en la ilustración 16.

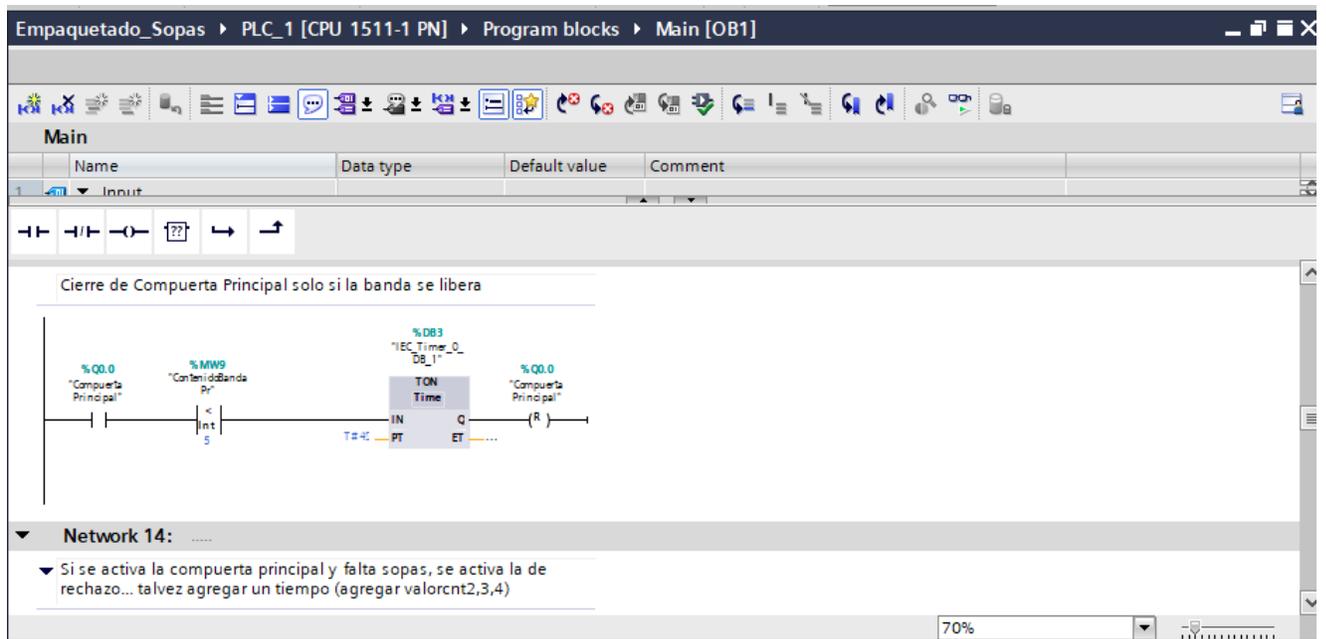


Ilustración 16. Programación en TIA Portal para el proyecto en empaque de sopas.

Fuente: (Propia)

4.1.3 Sistema automatizado para salida del ACM y banda en Y.

4.1.3.1 Observación y planteamiento del proceso

En la línea de sopas luego de agregar todos los condimentos y vegetales al vaso esta sale por dos bandas transportadoras a un encuentro en común que es una banda en Y. Como se mencionó esta tiene dos entradas, pero tiene tres salidas posibles para alimentar y proseguir en el flujo de la producción, véase la ilustración 17 y la ilustración 18.

La índole de este proceso es que hay una persona que se encarga de distribuir los vasos a los tres posibles carriles, siendo este un trabajo manual hay un momento que el operador no puede con altas velocidades de producción por lo tanto para evitar que se acumule todos estos vasos esta persona debe rechazar todos los vasos que vayan entrando.



Ilustración 17. La entrada de dos carriles de la banda en Y.

Fuente: (Dinant, 2020)

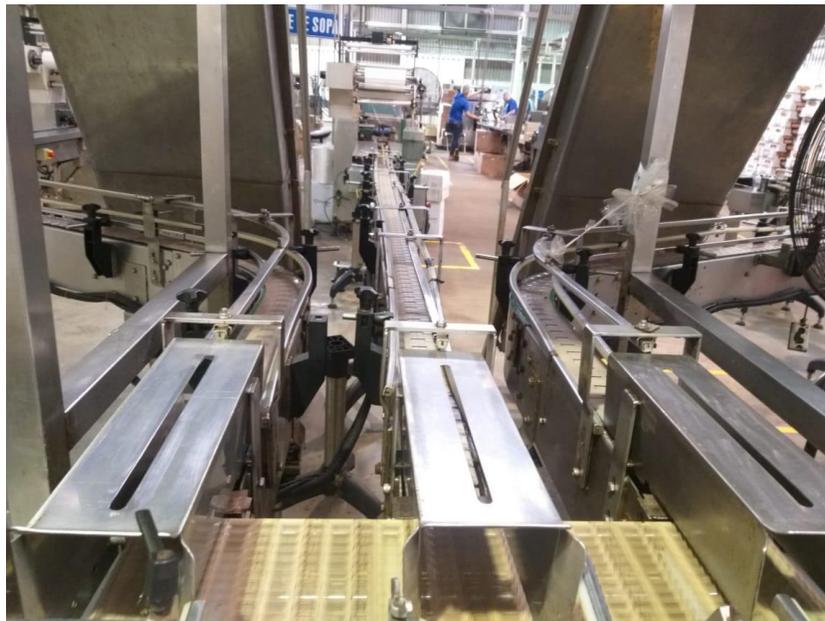


Ilustración 18. Salida de 3 carriles de la banda en Y.

Fuente: (Dinant, 2020)

4.1.3.2 Propuesta de mejora

Para resolver este reto se propone un sistema de compuertas que vaya administrando la cantidad de vasos que entren a cada una de las tres bandas y en si se da la situación de llenado en todos los carriles automáticamente se enciende un sistema de salida de aire como el de la ilustración 19. Mediante un autómatas programable, un conjunto de sensores y sistemas neumáticos se controlara todo el sistema llevando un conteo en cada una de las bandas habilitando y desactivando las compuertas dependiendo del caso.



Ilustración 19. Salida de aire para proyecto de Banda en Y.

Fuente: (Dinant, 2020)

4.1.3.3 Recolección de datos

Para realizar una debida simulación en Flexsim y también para el desarrollo del proyecto fue fundamental obtener datos del proceso. Información como la cantidad de sopas que salen del ACM por minuto, velocidad de las distintas bandas que conforman el proceso y el tiempo que tarda un proceso de poner el plástico al vaso de sopa que influye en la acumulación de las 3 bandas de salida.

4.1.3.4 Simulación de proyecto banda en Y

Dentro de la simulación como puede observarse en la ilustración 20, existen algunas condiciones que afectan el desempeño del mismo. Se estableció como prioridad abastecer el carril central entonces se le añadió la condición de que siempre que la banda de en medio tenga un contenido menor ya sea al carril izquierdo o el derecho se activara los pistones que desviarán los vasos para la banda central. Del mismo modo, la simulación tiene la condicionante que después de cierta cantidad de saturación los vasos son rechazados automáticamente.

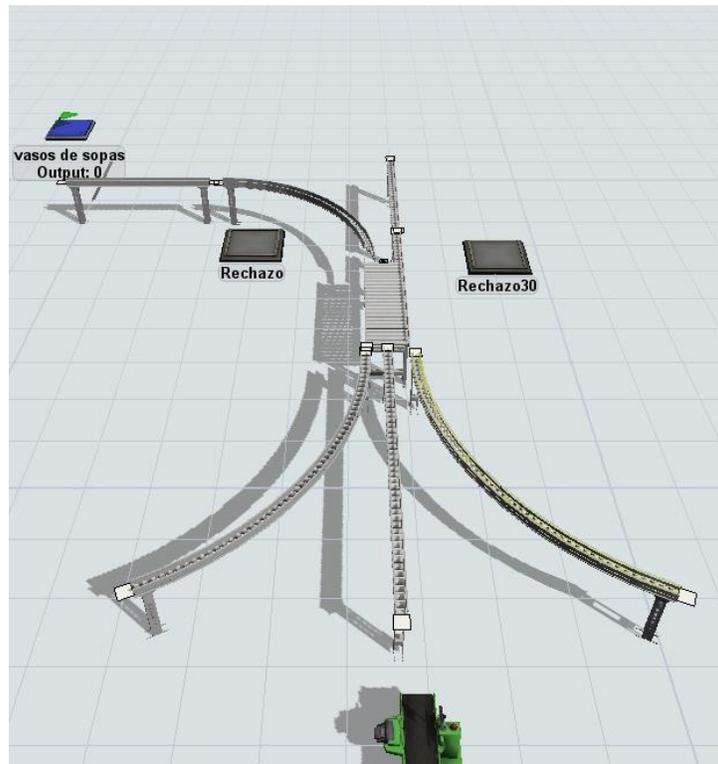


Ilustración 20. Simulación en Flexsim, Proyecto de banda en Y.

Fuente: (Propia)

4.1.3.5 Resultados de la simulación del proyecto de banda en Y

Se demostró que el sistema propuesto es más que válido, definiendo un tiempo de simulación de una hora los resultados demuestran que si es posible desarrollar esta mejora considerando óptimo que la cantidad de vasos rechazados es un porcentaje bajo de 0.37%, este porcentaje se

obtuvo en base a la cantidad de vasos rechazados por la cantidad de vasos producidos, como lo refleja la ilustración 21. Se hizo una segunda prueba pero con un tiempo de lo que toma un turno de 12 horas. Los resultados demuestran que 1.09 % de los vasos son rechazados por congestiónamiento, véase la ilustración 22. Dando luz verde y un visto bueno para realizar la implementación del proyecto.

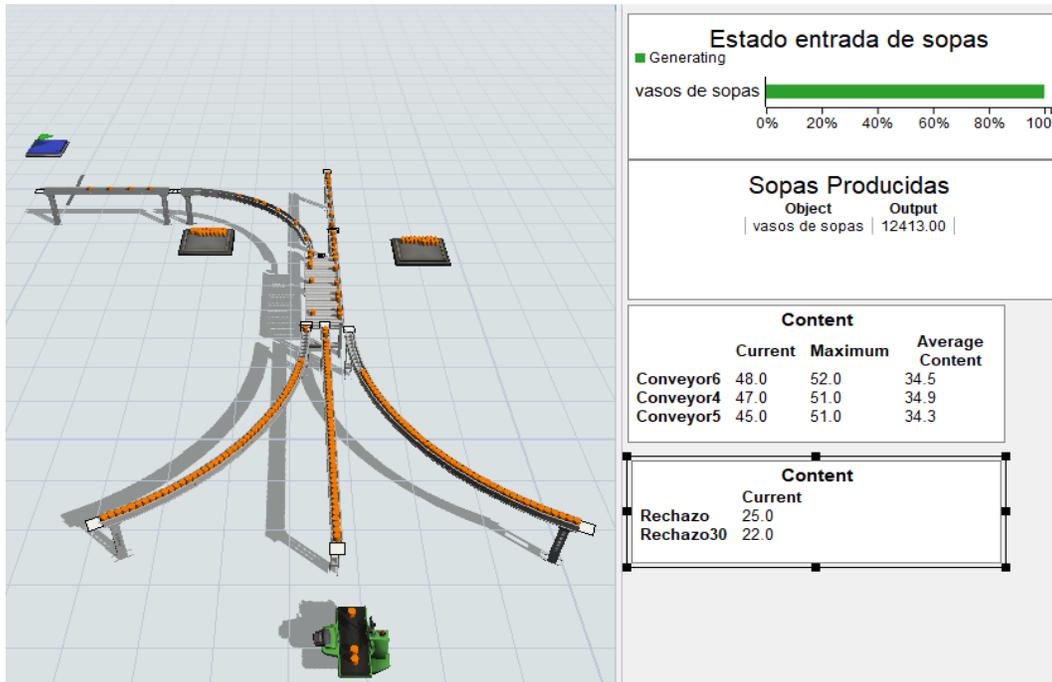


Ilustración 21. Resultados de la simulación de la banda en Y en 1 hora

Fuente: (Propia)



Ilustración 22. Resultados de la simulación de la banda en Y en 12 horas.

Fuente: (Propia)

4.1.3.6 Programación en el software LOGO

El desarrollo de la programación consistió en los siguientes parámetros para el correcto funcionamiento del programa en los formatos FBD y LAD como se demuestran en la ilustración 23 y 24 respectivamente.

- Sistema de encendido mediante un selector de dos posiciones y luego dar marcha con un botón pulsador.
- Un paro de emergencia desactivara todas las funciones del sistema.
- Conteo de la cantidad de los vasos de sopas por cada banda mediante la lectura de sensores difusos en las entradas y salidas.
- Como la banda del centro es prioridad de llenado, entonces la electroválvulas se encenderán y activaran los pistones en dado caso este carril tenga menos contenido que en las bandas de al lado.

- Si las bandas llegan al máximo de su capacidad de sopas se activaran las electroválvulas encendiendo las salidas de aire que previenen el flujo de entrada de vasos a la Banda en Y.
- Una torreta de operación que sus colores indican el estado de la máquina. El rojo indica un problema en el sistema activado por el paro de emergencia, el amarillo indica que el sistema está dispuesto para funcionar correctamente solo necesita presionar el pulsador de marcha y el color verde indica el funcionamiento en óptimas condiciones.

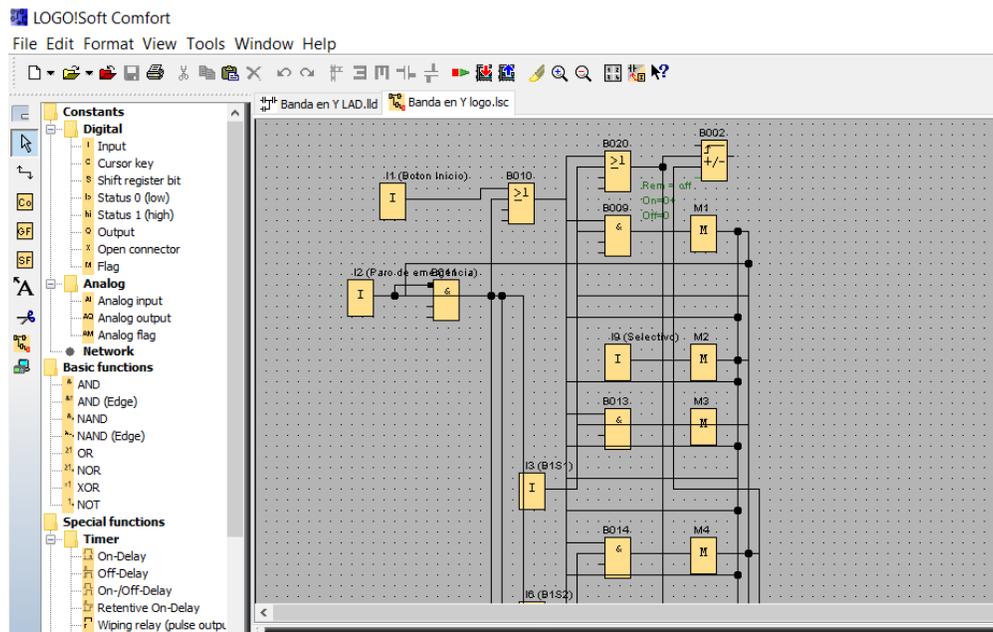


Ilustración 23. Programación para el proyecto de la banda en Y en formato FBD.

Fuente: (Propia).

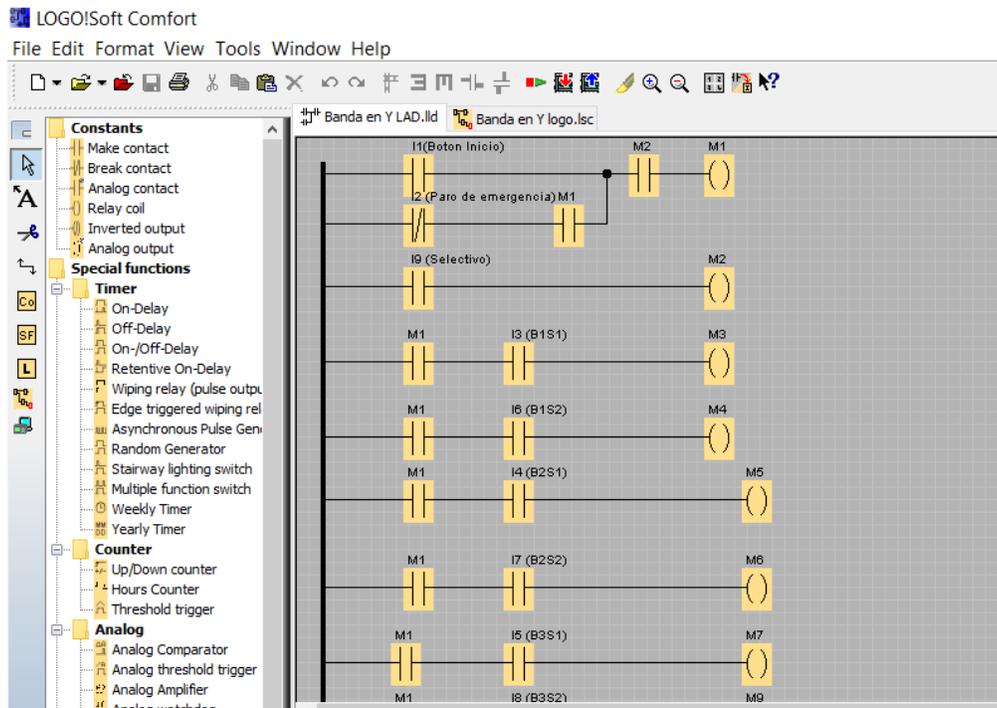


Ilustración 24. Programación para el proyecto de la banda en Y en formato LAD.

Fuente: (Propia).

4.1.3.7 Diseño del esquemático eléctrico

Para la instalación de este proyecto es necesario generar un esquema que sirva de guía y también quede archivado o guardado para su escalabilidad o posibles cambios en el futuro. Como se observa en la ilustración 25, se detalla todos los componentes que se van utilizar como lo son la fuente de alimentación, el PLC LOGO, el módulo de expansión, los sensores, actuadores y otros componentes como fusibles y *breakers*.

4.2 Cronograma de actividades

Número de actividad	Actividades a desarrollar	Semana									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Reconocimiento de procesos	■			■			■			
2	Formulación y Planteamiento de proyectos	■				■		■			
3	Desarrollo de Simulaciones en Flexsim		■	■	■	■	■				
4	Desarrollo de Programación en TIA PORTAL					■	■				
5	Desarrollo de programación en LOGO Soft Comfort							■	■		
6	Diseño esquemático del circuito para el proyecto de la banda en Y.							■	■		

Tabla 1. Cronograma de actividades

Fuente: (propia)

V. Conclusiones

- Se desarrolló e implementó proyectos de mejora y automatización como los *pallet runner*, el proyecto de la etiquetadora y empaque y el proyecto de la banda en Y en Corporación Dinant específicamente para la planta Dixie.
- Se realizó una simulación completa con respecto al sistema a implementar de los *Pallet runner* para el área de bodega donde se obtuvo un resultado de lo que se espera de la realidad optimizando tiempos y ubicación de máquinas para agilizar estos procesos.
- Se investigó datos y aspectos técnicos del auto *shuttle* para saber cómo son sus modos de operación y estar preparados para cualquier inconveniente en temas de mantenimiento.
- Se propuso y se desarrollaron ideas de automatización para la empresa dentro del área de producción como lo son los proyectos en la zona de empaque y la banda en Y.

VI. Recomendaciones

6.1 A la empresa

Para el área de distribución y logística, están en el buen camino de automatización más si se necesita actualizar su sistema que tienen actualmente con dispositivos como AVG o cosas más básicas como sistemas WMS.

Para el área de mantenimiento es necesario actualizar los equipos en temas de control y monitoreo como lo son sistemas de retroalimentación.

6.2 a la universidad

El simulador de Flexsim es un programa muy útil para procesos en industria, corporación Dinant se avala de su simulacro para tomar decisiones que pueden ser importantes a la hora de una inversión. Por ultimo aportar y reforzar más material y contenido a clases que incluyen programación ya sea para controladores o microcontroladores.

VII. Bibliografía

- Escalera Tornero , M. J., & Rodríguez Fernández , A. J. (2016). *Actuadores Neumaticos*. Universidad de Huelva.
- Areny, R. P. (2003). *Sensores y Acondicionadores de Señal* . Barcelona: Marcombo.
- AUTOHMA. (2020). *AUTOHMA*. Recuperado el 30 de Enero de 2020, de <https://www.automha.it/es/>
- Balcells, J., & Romeral, J. L. (1997). *Autómatas Programables*. Barcelona: Marcombo.
- Chapman, S. (2012). *Maquinas electricas 5ta edicion*. Mexico: McGraw-Hill Interamericana.
- Corona Ramírez, L. G., Abarca Jiménez, G. S., & Mares Carreño, J. (2014). *Sensores y actuadores*. Mexico D.F: Grupo Editorial Patria.
- Corona Ramirez, L. G., & Abarca Gimenez, G. S. (2019). *Sensores y actuadores: aplicaciones con Arduino (2a. ed.)*. Mexico: Grupo editorial Patria.
- Dinant, C. (2020). *Dinant*. Recuperado el 7 de Febrero de 2020, de <https://www.dinant.com/quienes-somos/>
- Escalona, I. (2007). *Transductores y sensores en la automatización industrial*. Buenos Aires: El Cid Editor.
- Flexsim. (2020). *Flexsim. Problem solved*. Obtenido de <https://www.flexsim.com/es/flexsim/>
- Gartinuño, P. (2015). Estamos muy lejos de la autonomía total de un robot, pero se llegará. *SER*.
- Kosow, I. (1993). *Maquinas electricas y transformadores*. Mexico: Prentice Hall Hispanoamericana.
- Mandado Perez, E., Acevedo, J., Fernandez, C., & Armesto Quiroga, J. (2009). *Automatas programables y sistemas de automatizacion*. Barcelona: Marcombo.
- Nicolas, A. S. (2010). *Neumatica Practica*. Madrid: Editorial Paraninfo.

Palacios, G. J. (2000). *Control de dirección de un vehículo autónomo*.

Pulido, J., Zalama, J., & Gomez- Garcia, J. (2012). Plataforma Robótica Para Tareas de Reconstrucción Tridimensional de Entornos Exteriores. . 9(81-92).

Salichs, M., Malfaz, M., & Gorostiza, J. (2010). Toma de decisiones en Robótica. 7(5-16).

Sánchez, J. A. (2007). *Instrumentación y control básico de procesos*. España: Ediciones Díaz de Santos.

Siemens. (2015). *Siemens Ingenuity for life*. Recuperado el 28 de Febrero de 2020, de <https://new.siemens.com/global/en/products/automation/systems/industrial/plc.html>

Sole, A. C. (2008). *Instrumentación industrial (7a. ed.)*. España: Marcombo.

Wildi, T., & Navarro Salas, R. (2007). *Máquinas eléctricas y sistemas de potencia (6a. ed.)*. Mexico: Pearson Education.