



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE CENTROAMÉRICA

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

AUTOMATIZACIÓN PARA CONTROL DE CALIDAD, FRUIT OF THE LOOM

INGENIERÍA EN MECATRÓNICA

ALLAN OMAR HERNÁNDEZ COTTO

21341077

ASESOR: ING. JAVIER VILLANUEVA

CAMPUS: SAN PEDRO SULA

MARZO 2018

Índice

| | |
|---|----|
| I. Introducción | 1 |
| II. Generalidades de la Empresa..... | 2 |
| 2.1 Descripción de la Empresa..... | 2 |
| 2.2 Descripción del Departamento o Unidad | 3 |
| 2.3 Antecedentes del problema:..... | 4 |
| III. Planteamiento del problema | 5 |
| 3.1 Definición del problema | 5 |
| 3.2 Objetivos..... | 6 |
| 3.2.1 Objetivo General:..... | 6 |
| 3.2.2 Objetivos Específicos: | 6 |
| 3.3 Justificación | 7 |
| IV. Marco Teórico | 8 |
| 4.1 Centro de distribución:..... | 8 |
| 4.2 Montacargas: | 9 |
| 4.3 Máquinas Eléctricas | 10 |
| 4.3.1 Redes y circuitos..... | 10 |
| 4.2 Hardware | 10 |

| | |
|---|----|
| 4.4 Software..... | 11 |
| 4.4.1 Visual Studio | 11 |
| 4.4.2 Solidworks..... | 12 |
| 4.4.3 Flexsim..... | 12 |
| 4.5 Prototipo:..... | 12 |
| 4.6 Proyecto:..... | 13 |
| 4.6.1 Dispensadora automática de etiquetas: | 14 |
| 4.6.2 Sistema de luces de señalización | 16 |
| 4.6.3 Mantenimiento de baterías y cargadores..... | 17 |
| 4.6.4 Sistema visual de comunicación..... | 22 |
| 4.7 Mejora continua del proceso..... | 26 |
| V. Metodología..... | 27 |
| 5.1 Variables de Investigación | 27 |
| 5.1.1 Variables Independientes..... | 27 |
| 5.1.2 Variables Dependientes | 27 |
| 5.2 Técnicas e instrumentos aplicados | 28 |
| 5.2.1 Técnicas..... | 28 |
| 5.2.2 Instrumentos:..... | 29 |

| | |
|---|----|
| 5.3 Fuentes de información | 30 |
| 5.3.1 Fuentes Primarias | 30 |
| 5.3.2 Fuentes Secundarias..... | 30 |
| 5.4 Cronograma de Actividades..... | 31 |
| VI. Descripción del trabajo realizado | 34 |
| 6.1 Aportaciones | 36 |
| 6.1.1 Monitoreo en de montacargas | 36 |
| 6.1.2 Banda transportadora en área de carga y descarga..... | 38 |
| VII. Conclusiones | 39 |
| VIII. Recomendaciones | 40 |
| 7.1 Para la universidad:..... | 40 |
| 7.2 Para la empresa:..... | 40 |
| Bibliografía..... | 41 |
| Anexos..... | 43 |

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

| | |
|--|----|
| Ilustración 1: Logo de la empresa..... | 2 |
| Ilustración 2: Bodega | 8 |
| Ilustración 3: Montacargas | 9 |
| Ilustración 4: Visual Studio | 11 |
| Ilustración 5: Logo Solidworks | 12 |
| Ilustración 6: Logo Flexsim | 12 |
| Ilustración 7: Factores que restringen el éxito de un proyecto | 14 |
| Ilustración 8: Mecanismo actual | 15 |
| Ilustración 9: Diseño de prototipo en Solidworks..... | 15 |
| Ilustración 10: Zona de carga y descarga de contenedores | 16 |
| Ilustración 11: Led RGB con control infrarrojo..... | 17 |
| Ilustración 12: Sistema de luces de señalización instalado..... | 17 |
| Ilustración 13: Batería en taller de mantenimiento | 18 |
| Ilustración 14: Área de baterías | 22 |
| Ilustración 15: Pantalla instalada en Kanban de producción..... | 23 |
| Ilustración 16: Esquema de entrada y salidas..... | 23 |
| Ilustración 17: Interfaz de usuario de control..... | 24 |
| Ilustración 18: Interfaz de pantalla | 25 |
| Ilustración 19: Ciclo de mejora continua..... | 26 |
| Ilustración 20: Variables..... | 27 |
| Ilustración 21: Diseño y fabricación de estructura..... | 35 |
| Ilustración 22: Instalación y pruebas de programa en el monitor..... | 36 |

| | |
|--|----|
| Ilustración 23: Sensor ultrasónico HC-SR04..... | 37 |
| Ilustración 24: Posicionamiento mediante triangulación..... | 38 |
| Ilustración 25: Simulación área de descarga..... | 38 |
| Ilustración 26: Estructura de prototipo de etiquetadora automática..... | 43 |
| Ilustración 27: Control para sistema de luces de señalización..... | 43 |
| Ilustración 28: Batería en proceso de mantenimiento | 44 |
| Ilustración 29: Interfaz de control y simulación de monitores..... | 44 |
| Ilustración 30: Monitores instalados en Kanban de producción..... | 45 |
| Ilustración 31: Estación de pruebas y demostraciones..... | 45 |
| Ilustración 32: Funcionamiento sensor ultrasónico..... | 46 |
| Ilustración 33: Cronometro para medición de tiempos de carga y descarga..... | 46 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1: Mantenimiento mensual para cargadores..... | 18 |
| Tabla 2: Mantenimiento trimestral para cargadores | 18 |
| Tabla 3: Mantenimiento semanal de baterías | 19 |
| Tabla 4: Mantenimiento mensual de baterías..... | 19 |
| Tabla 5: Mantenimiento trimestral para baterías..... | 20 |
| Tabla 6: Mantenimiento anual para baterías..... | 21 |
| Tabla 7: Cronograma de actividades semanas 1-3..... | 31 |
| Tabla 8: Cronograma de actividades semanas 4-6..... | 32 |
| Tabla 9: Cronograma de actividades semanas 7-10..... | 33 |
| Tabla 10: Beneficios sistema visual de comunicación | 45 |

GLOSARIO:

- Alistamiento y Despacho de Productos: Proceso de extraer los artículos del almacenamiento para cubrir un pedido específico.
- Almacenamiento: Labor de acomodo y guardado de los productos o pallets.
- Automatización: Aplicación de máquinas o de procedimientos automáticos en la realización de un proceso o en una industria.
- Batería: Aparato electromagnético capaz de acumular energía eléctrica y suministrarla; normalmente está formado por placas de plomo que separan compartimientos con ácido.
- Centro de distribución: Un centro de distribución es una infraestructura logística en la cual se almacenan productos y se dan órdenes de salida para su distribución al comercio minorista o mayorista.
- Mantenimiento: Conservación de una cosa en buen estado o en una situación determinada para evitar su degradación.
- Montacargas: El montacargas es un vehículo de transporte que puede ser utilizado para transportar, remolcar, empujar, apilar, subir o bajar distintos objetos y elementos.
- Muelle de carga: Un muelle de carga es un espacio en un edificio o instalación donde se cargan y se descargan camiones o ferrocarriles.
- Pallet: Plataforma de madera sobre la que se apila mercancía pesada y que puede elevarse o moverse utilizando un toro o carretilla elevadora.
- Recepción: Es el proceso que por medio del que se recibe las mercancías que serán almacenadas y de una adecuada recepción depende el garantizar que la cantidad y la calidad de dichos artículos esté según lo solicitado por el cliente.

I. INTRODUCCIÓN

Fruit Of The Loom es una empresa que fabrica y exporta prendas de vestir. La instalación en donde se realiza la práctica profesional es un centro de distribución. Esta planta cuenta con diversas oportunidades de mejora en sus procesos empaque, identificación, y transporte de cargas, mediante el uso de microcontroladores.

Según (Ebel, Idler, Prede, & Scholz, 2008, p. 15): "La norma DIN 19223 define un autómata como un sistema artificial que se comporta de determinadas maneras relacionando comandos de entrada con estados del sistema, con el fin de obtener las salidas necesarias para solucionar tareas."

La automatización comprende el uso de sensores y actuadores para detectar magnitudes físicas, llamadas variables de instrumentación, y transformarlas en variables eléctricas; para luego generar un evento sobre un sistema. La automatización está relacionada con la modernización de procesos; es importante innovar y emplear técnicas modernas para mantenerse competitivo y mantener un proceso de mejora continua en la empresa.

La empresa solicita el diseño e implementación de proyectos de automatización y monitoreo en distintas zonas de la planta. En los centros logísticos se requieren procesos eficientes, plazos de entrega mínimos, alta flexibilidad y almacenamiento y distribución de mercancías inteligentes. Estos son factores de competitividad que son decisivas para que las empresas de la industria puedan ofrecer satisfacción a los clientes.

II. GENERALIDADES DE LA EMPRESA

2.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

Fruit Of The Loom es una compañía Americana que fabrica y distribuye ropa, especialmente ropa interior. La empresa es una de los mayores fabricantes y vendedores de ropa interior, camisetas imprimibles y sudaderas para la industria de ropa deportiva, ropa casual, y ropa de niños. La compañía también es el principal proveedor del mercado de camisetas con estampado de EE.UU.

Fruit of the Loom ofrece ropa básica a precios razonables para bebés y adultos.. Sus principales productos son ropa deportiva, ropa deportiva atlética, ropa casual, ropa para niños, calcetería, ropa con licencia deportiva y ropa interior. La compañía vende productos principalmente bajo las marcas Best, Botany 500, BVD, Fruit of the Loom, Fun-pals, Gitano, John Henry, Canguro, Lofteez, Munsing-wear, Pro Player, Salem Sportswear, Screen Stars y Wilson.

El principal mercado de Fruit of the Loom es Estados Unidos. Sin embargo, Fruit of the Loom ha trasladado sus operaciones a México, el Caribe y América Central, con la esperanza de reducir los costos operativos. Fruit of the Loom mantiene 47 plantas de fabricación en Canadá, El Salvador, Honduras, Irlanda, Jamaica, Marruecos, el Reino Unido y los Estados Unidos.



FRUIT OF THE LOOM®

Ilustración 1: Logo de la empresa

2.2 DESCRIPCIÓN DEL DEPARTAMENTO O UNIDAD

VFI de Honduras, Mazapán DC es el centro de distribución de Fruit Of The Loom Honduras. Según (Mora García, 2012), "Una bodega o almacén pueden definirse como un espacio planificado para ubicar, mantener y manipular mercancías y materiales. Dentro de esta definición hay dos funciones dominantes: el almacenamiento y el manejo de materiales."

Actualmente las organizaciones modernas son conscientes de la importancia y criticidad de sus centros de sus centros de distribución y los ven como una real plataforma logística de sus ventas y como garantía y aseguramiento del nivel de servicios que se pretende aplicar en sus estrategias logísticas.

Las actividades físicas que se desarrollan en el proceso de almacenamiento son:

1. Recepción: se descargan contenedores, utilizando montacargas. Hay una unidad de montacargas con un módulo hidráulico llamado "Push-Pull", que sirve para retirar las cajas del contenedor y posicionarlas en ramplas de madera para que puedan ser transportadas por otros montacargas.
2. Almacenamiento: Se deben escanear los pallets para que ingresen en la base de datos. Luego, estos son transportados al área de almacenamiento, en donde se escanea el "bin number" de la ubicación donde será asignado para registrarlo en el sistema.
3. Preparación o pedidos: Consiste en recolectar pallets del área de almacenamiento de acuerdo al tipo de orden que se ha ingresado, y se preparan para su exportación. Para esto se debe asegurar que se cumplan los lineamientos establecidos por la empresa, y que el pedido concuerde físicamente con su estado en la base de datos.
4. Expedición o despacho: Se realiza una auditoría al contenedor para determinar si cumple los requisitos para realizar un transporte seguro. Si se cumplen, se cargan los contenedores con montacargas de modo que se aproveche al máximo el espacio del contenedor.

2.3 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA:

La empresa ha estado operando durante muchos años con la misma metodología; hasta hace poco han estado interesados en invertir para modernizar y automatizar ciertos procesos. Después de que algunos operadores han estado realizando las mismas operaciones durante años, es posible que se hayan "acostumbrado" a prácticas erróneas que ahora se dan por defecto como una parte del proceso. En base a los proyectos en los que se trabajó, se pueden resumir los antecedentes de los problemas de la siguiente manera:

- El proceso de etiquetado de ropa es completamente manual; sin embargo no es un procedimiento que se realiza todo el tiempo.
- La única indicación disponible en las zonas de carga y descarga para que los transportistas puedan identificar si tienen autorización de acoplarse o desacoplarse es de forma verbal.
- Las baterías y cargadores en la empresa no cuentan con ningún tipo de mantenimiento preventivo ni registro de las mismas.
- La empresa utiliza pizarras blancas y comunicación verbal para transmitir información a los operadores del área de producción, y se está propenso a errores humanos y a la posible falta de legibilidad por la escritura del encargado de los anuncios.

III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

3.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Se entiende un problema como un determinado asunto o una cuestión que requiere una solución. A continuación se plantean y definen los problemas presentados por la empresa:

Debido al proceso actual de etiquetado en el área de producción de la empresa, los operadores están realizando movimientos repetitivos e innecesarios que perjudican la ergonomía de los mismos y generan costos extras a la empresa, debido a que se paga por cada movimiento realizado en un proceso. Estos movimientos excesivos también implican un aumento en el tiempo que el operador se demora en etiquetar una prenda.

En el área de carga y descarga no se cuenta con ningún sistema de indicación para que los transportistas puedan determinar si tienen autorización de acoplarse o desacoplarse de los muelles; y existen riesgos de que se ocasionen daños a los operadores, al equipo, y a la mercancía. Si existe un fallo en la comunicación verbal entre un operador y un transportista, es posible que el tráiler arranque mientras todavía haya personal o equipo dentro del contenedor.

No se están tomando las medidas de prevención necesarias de las baterías para montacargas, ni de sus cargadores, para asegurar un rendimiento óptimo. Hay ciertas baterías que presentan irregularidades como tiempos de operación más bajos de lo esperado, o sobrecalentamientos que hacen peligrar a los operadores y el equipo de la empresa.

Se necesita transmitir información sobre las órdenes del Kanban de producción, de una manera visual, fluida y rápida; sin embargo los métodos utilizados son lentos y propensos a errores humanos. Los operadores de montacargas necesitan saber en todo momento los detalles de sus órdenes, para identificar donde deben transportar la mercancía; de lo contrario, se generan pérdidas de tiempo en el área.

3.2 OBJETIVOS

Cuando se realiza un proyecto de investigación, es necesario definir sus objetivos. "Un proyecto tiene un objetivo claro que establece lo que se logrará. Es el producto final tangible que el equipo del proyecto debe producir y entregar." (James P. Clements, 2012, p. 3). A continuación se presentará el objetivo general y los objetivos específicos de la práctica profesional.

3.2.1 OBJETIVO GENERAL:

Identificar aplicaciones de la ingeniería mecatrónica en los procesos de la empresa para diseñar e implementar proyectos de automatización, modernización, y control de calidad.

3.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Componer un sistema automatizado de dispensación de etiquetas en el área de producción.
- Sugerir un sistema de luces de señalización en el área de carga y descarga para garantizar la seguridad de los operadores.
- Conceptuar un plan de mantenimiento preventivo para baterías de montacargas y sus respectivos cargadores.
- Componer un sistema visual de comunicación transmitido con pantallas digitales a través de Visual Basic .NET para su utilización en los procesos de producción.

3.3 JUSTIFICACIÓN

El motivo de este trabajo es diseñar e implementar sistemas automatizados y modernizar los procesos de la empresa. La utilización de dichos sistemas permite optimizar los procesos y agilizar el flujo de trabajo. Estos métodos son de gran utilidad para los operadores de distintas áreas de la planta; incluyendo herramientas para facilitar el flujo de información para los operadores de montacargas, instrumentos para monitorear procesos y llevar un registro ordenado de los mismos, para los gerentes y supervisores, entre otros. La principal problemática que se resuelve con el trabajo realizado es la pérdida de tiempo en operaciones comunes.

Según (Ruffier, 1998, p. 193) "La eficiencia productiva de un sistema productivo complejo es el nivel de aptitud que obtiene en la capacidad de movilizar los recursos humanos y no humanos para producir servicios del modo y con los costos que la demanda requiere".

IV. MARCO TEÓRICO

4.1 CENTRO DE DISTRIBUCIÓN:

Un centro de distribución es un espacio logístico en el cual se almacena mercancía y se embarcan órdenes de salida para que sean distribuidos en el comercio mayorista o minorista. Los expertos logísticos señalan que los centros de distribución se deben entender como la unión de elementos interrelacionados, en donde los productos deben permanecer el menor tiempo posible y cuando estén allí, moverlos lo mínimo que se pueda.

De esta forma, los centros de distribución tienen como principales objetivos los de almacenar, controlar, custodiar y despachar eficientemente los inventarios; lo cual implica no solo evitar su pérdida sino también el deterioro de las capacidades y cualidades del producto.



Ilustración 2: Bodega

Adicionalmente, dentro de un centro de distribución se preparan órdenes y la facturación de acuerdo con los tiempos de entrega establecidos, se gestiona servicios para clientes externos e internos, buscando en ese proceso, obtener una máxima eficiencia en el movimiento de la mercancía a lo largo de las operaciones, con el costo más bajo posible de la operación.

En la gestión de un centro de distribución se tienen en cuenta varios elementos que son fundamentales:

- Materiales: conjunto de materias primas que se están almacenando y custodiando en los almacenes. Estos requieren estibas, que son estructuras generalmente de madera que se usan para movilizar de un lado a otro.
- Equipos: Son utilizados para el manejo de los materiales y el control de los mismos; según su uso y zona de manejo. Pueden incluir carretillas, canastillas, sistemas de estanterías, montacargas, bandas transportadoras, aplicadores y estibadoras, entre otros.

4.2 MONTACARGAS:

El montacargas es un equipo de elevación que sirve para cargar y transportar materiales de gran peso y tamaño. Este vehículo está contrapesado en su parte posterior, y utiliza dos horquillas para subir y bajar palés.



Ilustración 3: Montacargas

Pueden ser movidos por distintos tipos de motores:

- Motor diésel
- Motor eléctrico
- Motor de combustión interna accionado por GNC (gas natural comprimido)
- Motor de combustión interna accionado por GLP (gas licuado de petróleo)

4.3 MÁQUINAS ELÉCTRICAS

Según (Chapman, 2012, p. 1) "Una máquina eléctrica es un dispositivo que puede convertir energía mecánica en energía eléctrica o energía eléctrica en energía mecánica. (...), y cuando se convierte energía eléctrica en energía mecánica se llama motor."

4.3.1 REDES Y CIRCUITOS

Según (William, 2012, p. 21) "La interconexión de dos o más elementos de circuitos simples forma una red eléctrica; si contiene al menos una trayectoria cerrada, también es un circuito eléctrico. Nota: Cada circuito es una red, ¡pero no todas las redes son circuitos!"

4.2 HARDWARE

Se entiende por hardware el conjunto de elementos físicos o materiales que constituyen una computadora o sistema informático. Es de suma importancia la utilización de computadoras para programar y compilar código para que pueda ser utilizado para lograr las tareas deseadas y aumentar el rendimiento de la empresa.

Las computadoras juegan un papel esencial en la función de la calidad. Efectúan operaciones muy sencillas con gran rapidez, y con una exactitud excepcionalmente grande. Una computadora debe ser programada para ejecutar esas operaciones sencillas en el orden correcto, para lograr determinada tarea. Se pueden programar las computadoras para ejecutar cálculos complicados, para controlar un proceso o una prueba, para analizar datos, para escribir informes y para obtener información a voluntad.

(H. Besterfield, 2009, p. 14)

4.4 SOFTWARE

“Software son las instrucciones de la computadora que dicen al hardware que hacer. El software son programas conjuntos de instrucciones escritos por programadores. Cuando escribe las instrucciones de un software se dice que está programando.” (Farrel, 2013, p. 2) Según (Pressman, 2010, p. 2) “La ingeniería de software es importante porque nos permite construir sistemas complejos en un tiempo razonable y con alta calidad.”

4.4.1 VISUAL STUDIO



Ilustración 4: Visual Studio

Microsoft Visual Studio es un entorno de desarrollo integrado (IDE, por sus siglas en inglés) para sistemas operativos Windows. Soporta múltiples lenguajes de programación, tales como C++, C#, Visual Basic .NET, F#, Java, Python, Ruby y PHP.

Visual Studio permite a los desarrolladores crear sitios y aplicaciones web, así como servicios web en cualquier entorno que soporte la plataforma .NET. Así, se pueden crear aplicaciones que se comuniquen entre estaciones de trabajo, páginas web, dispositivos móviles, dispositivos embebidos y consolas, entre otros.

4.4.1.1 Visual Basic

Según (Halvorson, 2007), “Visual Basic es una herramienta de desarrollo diseñada para crear aplicaciones que lleven a cabo trabajos útiles y que, al mismo tiempo, tengan un aspecto muy agradable en diversos entornos.” Utilizando Visual Basic es posible crear aplicaciones que funcionen en el sistema operativo Windows, Web, dispositivos portátiles y muchos otros entornos y configuraciones.

4.4.2 SOLIDWORKS



Ilustración 5: Logo Solidworks

Solidworks es un software CAD (diseño asistido por computadora, por sus siglas en inglés) utilizado para diseñar modelos mecánicos en 2D y 3D. Con este programa se pueden diseñar piezas y ensamblajes con medidas reales para visualizarlas virtualmente. Este software fue utilizado para el diseño de prototipos de proyectos propuestos para la empresa.

4.4.3 FLEXSIM



Ilustración 6: Logo Flexsim

Flexsim es un software para la simulación de eventos discretos, que permite modelar, analizar, visualizar y optimizar procesos industriales, desde procesos de manufactura hasta cadenas de suministros.

Además, Flexsim es un programa que permite construir y ejecutar el modelo desarrollado en una simulación dentro de un entorno en tres dimensiones desde el comienzo. El software de simulación fue utilizado para simular procesos de producción actuales y de escenarios propuestos, antes de llevarlos a la ejecución real. Una ventaja de este software es el soporte de la comunidad mediante foros, y el uso de modelos 3D y librerías.

4.5 PROTOTIPO:

Kalpakjian & Schmid, (2014) Menciona que un prototipo es el primer ejemplar físico de un elemento ya sea individual o un artículo terminado. Los prototipos nos permiten analizar posibles mejoras o modificaciones al diseño, componentes, materiales y métodos de trabajo iniciales. El prototipado rápido se ha vuelto una tecnología fundamental y de constante evolución.

Actualmente un diseñador puede diseñar prototipos de manera rápida y económica, utilizando tecnologías especiales como los softwares de diseño CAD/CAM, partiendo de materiales no necesariamente metálicos como el plástico y los cerámicos.

“Los productos con menos ingeniería fracasarán en el mercado debido a que no satisfarán las necesidades del cliente. Los que tengan ingeniería excesiva, es decir aquellos que excedan los requerimientos del cliente, quizás no encuentren un mercado rentable” (Evans & Lindsay, 2014, p. 20)

4.6 PROYECTO:

Un proyecto es un esfuerzo para lograr un objetivo específico por medio de una serie particular de tareas interrelacionadas y el uso eficaz de recursos. Los atributos siguientes ayudan a definirlo:

- Tiene un objetivo claro que establece lo que se logrará.
- Se realiza por medio de una serie de tareas interdependientes.
- Utiliza varios recursos para realizar las tareas.
- Tiene un marco de tiempo específico.
- Tiene un patrocinador o cliente.
- Implica un grado de incertidumbre.

El logro exitoso del objetivo del proyecto está circunscrito a varios factores, que incluyen el alcance, la calidad, el programa, el presupuesto, los recursos, los riesgos y la satisfacción del cliente. El alcance del proyecto es todo el trabajo que se debe realizar con el fin de producir todos los entregables del proyecto. Las expectativas de calidad deben definirse desde el inicio del proyecto. El alcance del trabajo del proyecto debe completarse cumpliendo con los criterios de calidad y las especificaciones.

El programa o agenda del proyecto es el cronograma que especifica cuándo debe comenzar o terminar cada tarea o actividad. El presupuesto de un proyecto es el monto que el patrocinador o cliente ha acordado pagar por los entregables del proyecto. Se requieren diferentes recursos para realizar las tareas del proyecto y lograr el objetivo del mismo. Los recursos incluyen personas, materiales, equipos, instalaciones, etc.



Ilustración 7: Factores que restringen el éxito de un proyecto

4.6.1 DISPENSADORA AUTOMÁTICA DE ETIQUETAS:

Se propuso implementar un sistema de dispensación automática de etiquetas en el área de producción con el propósito de reducir los tiempos de etiquetado, mejorar el SAM (standard allowed minutes), y reducir los movimientos repetitivos de los operadores. El proceso actual consiste en un mecanismo que desprende etiquetas de un rollo; para ello, el operador debe jalar el papel hacia abajo cada vez se etiquete un producto. Este proceso implica una serie de movimientos repetitivos innecesarios en los operadores, que además de perjudicar la ergonomía y aumentar el riesgo de lesiones, implican costos.



Ilustración 8: Mecanismo actual

La alternativa consiste en utilizar un microcontrolador (Arduino) que realice el giro necesario con un motor para desprender las etiquetas automáticamente. Para su retroalimentación, se utilizan sensores infrarrojos que detectan la presencia de las etiquetas, y activan el motor para que actúe durante un tiempo y velocidad predeterminada, proveyendo etiquetas al operador de una manera constante. Se diseñó un prototipo en Solidworks, con propósitos ilustrativos.

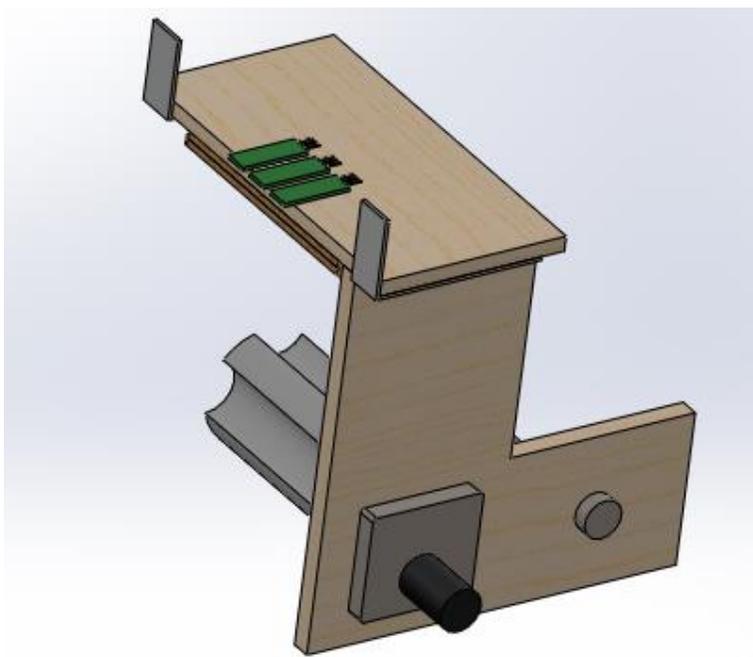


Ilustración 9: Diseño de prototipo en Solidworks

4.6.2 SISTEMA DE LUCES DE SEÑALIZACIÓN

En el área de exportación de mercancía de la empresa se requiere la instalación de un sistema de luces de señalización. Actualmente los transportistas no cuentan con una referencia para determinar si tienen autorización para acoplar o desacoplar los contenedores al muelle de descarga; esto provoca que exista el riesgo que el tráiler arranque cuando todavía haya personal dentro de su contenedor.



Ilustración 10: Zona de carga y descarga de contenedores

Originalmente, la empresa había realizado una cotización en el extranjero para un sistema de semáforos y otras luces de precaución; sin embargo, se consideró que el costo de su implementación era demasiado elevado. Se propuso realizar investigaciones y cotizaciones de sistemas con un funcionamiento equivalente pero con accesibilidad local y un costo más asequible para la empresa.

Se visitaron varios comercios electrónicos locales y se propuso una alternativa más accesible: la utilización de un led multicolor RGB configurable con control remoto infrarrojo. De esta manera se pueden mostrar los dos colores necesarios (verde y rojo) con un solo foco, en cada muelle. Se realizó la instalación del sistema en un área de exportación en la empresa.



Ilustración 11: Led RGB con control infrarrojo



Ilustración 12: Sistema de luces de señalización instalado

4.6.3 MANTENIMIENTO DE BATERÍAS Y CARGADORES

Una batería es un dispositivo acumulador eléctrico que consiste en una o más celdas electroquímicas que pueden convertir la energía almacenada en electricidad. En la empresa se utilizan varias baterías para alimentar los montacargas. Se solicitó la elaboración de un plan de mantenimiento preventivo para extender la vida útil de las mismas.

Las baterías de los montacargas tienen un voltaje de 48 V, y están compuestas por 24 celdas de dos voltios cada una. Es de suma importancia garantizar que las baterías estén en un estado óptimo para tener en operación constante a los montacargas. Existen diversas medidas de prevención para preservar la vida útil de las baterías y evitar paros inesperados.



Ilustración 13: Batería en taller de mantenimiento

Para las baterías, se elaboró un plan de mantenimiento preventivo dividido en las siguientes categorías:

- Semanal
- Mensual
- Trimestral
- Anual

Los cargadores requieren inspecciones menos exhaustivas, por lo tanto solo se prepararon planes para mantenimientos mensuales y trimestrales.

| No. | Procedimiento | Verificación | | | |
|-----|------------------------|--------------|--------------------------|---------------|--------------------------|
| 1 | Limpieza con aire seco | Se realizo | <input type="checkbox"/> | No se realizó | <input type="checkbox"/> |

Tabla 1: Mantenimiento mensual para cargadores

| No. | Procedimiento | Verificación | | | |
|-----|---|--------------|--------------------------|--------|--------------------------|
| 1 | Revisión de las conexiones de las entradas y salidas del circuito | Ajustadas | <input type="checkbox"/> | Flojas | <input type="checkbox"/> |

Tabla 2: Mantenimiento trimestral para cargadores

| No. | Procedimiento | Verificación | | |
|-----|---|---------------------------|--|---------------------------|
| 1 | Revisión de limpieza | Limpia | | Sucia |
| 2 | Inspección de Cables por peladuras o deterioro | Peladuras | | Otros Daños Por deterioro |
| 3 | Inspección de terminal de conexión de batería (Flojedad, Quebradura, Calentamiento) | Flojedad | | Quebradura |
| | | Indicios de calentamiento | | Otros Daños |
| 4 | Revisión de Tapones de celda. | Todos Presentes | | Faltantes |
| | | Quebrados | | Otros Daños |
| 5 | Revisión de Niveles de Eletrolitos en todas las celdas | Optimo | | Medio |
| | | Bajo | | |
| 6 | Ecuilización | Se realizo | | No se realizo |

Tabla 3: Mantenimiento semanal de baterías

| No. | Procedimiento | Verificación | | | |
|-----|--|--------------|---|------------------|---|
| 1 | Inspección de sellos entre celdas (Grietas, Deterioros) | Grietas | | Otros Deterioros | |
| 2 | Lavado de Batería | Se realizo | | No se realizo | |
| 3 | Secado de Batería (30psi) | Se realizo | | No se realizo | |
| 4 | Aplicación de Capa de aceite SAEW10 en superficie de batería | Se realizo | | No se realizo | |
| 5 | Corriente y Voltaje salida del cargador | Voltaje | V | Corriente | A |
| 6 | Mantenimiento de voltaje en serie | Se realizo | | No se realizo | |
| 7 | Temperatura Ambiente | Temperatura | C | | |
| 8 | Temperatura de Carga | Tobi | | Temperatura | C |
| 9 | Corriente de carga de flotación | Corriente | A | | |
| 10 | Gravedad especifica en celdas piloto | Celda 1 | | Celda 2 | |
| | | Celda 3 | | Celda 4 | |

Tabla 4: Mantenimiento mensual de baterías

| No. | Procedimiento | Verificación | | | |
|-----|--|--------------|---|----------|---|
| 1 | Revisión de turbiedad del electrolito cuando inspeccione gravedad específica | Transparente | | Otro | |
| 2 | Gravedad específica de todas las celdas de la batería | Celda 1 | | Celda 2 | |
| | | Celda 3 | | Celda 4 | |
| | | Celda 5 | | Celda 6 | |
| | | Celda 7 | | Celda 8 | |
| | | Celda 9 | | Celda 10 | |
| | | Celda 11 | | Celda 12 | |
| | | Celda 13 | | Celda 14 | |
| | | Celda 15 | | Celda 16 | |
| | | Celda 17 | | Celda 18 | |
| | | Celda 19 | | Celda 20 | |
| | | Celda 21 | | Celda 22 | |
| 3 | Medición de voltaje de cada celda individualmente | Celda 1 | V | Celda 2 | V |
| | | Celda 3 | V | Celda 4 | V |
| | | Celda 5 | V | Celda 6 | V |
| | | Celda 7 | V | Celda 8 | V |
| | | Celda 9 | V | Celda 10 | V |
| | | Celda 11 | V | Celda 12 | V |
| | | Celda 13 | V | Celda 14 | V |
| | | Celda 15 | V | Celda 16 | V |
| | | Celda 17 | V | Celda 18 | V |
| | | Celda 19 | V | Celda 20 | V |
| | | Celda 21 | V | Celda 22 | V |
| 4 | Temperatura de celdas piloto | Celda 1 | | Celda 3 | |
| | | Celda 3 | | Celda 4 | |
| 5 | Medición corriente de carga de flotación | Corriente | A | | |

Tabla 5: Mantenimiento trimestral para baterías

| No. | Procedimiento | Verificación | | | |
|----------|---|--------------|---------------------------|-------------|--|
| 1 | Gravedad específica de todas las celdas de la batería | Celda 1 | | Celda 2 | |
| | | Celda 3 | | Celda 4 | |
| | | Celda 5 | | Celda 6 | |
| | | Celda 7 | | Celda 8 | |
| | | Celda 9 | | Celda 10 | |
| | | Celda 11 | | Celda 12 | |
| | | Celda 13 | | Celda 14 | |
| | | Celda 15 | | Celda 16 | |
| | | Celda 17 | | Celda 18 | |
| | | Celda 19 | | Celda 20 | |
| | | Celda 21 | | Celda 22 | |
| | | Celda 23 | | Celda 24 | |
| | | 2 | Temperatura de cada celda | Celda 1 | |
| Celda 3 | | | | Celda 4 | |
| Celda 5 | | | | Celda 6 | |
| Celda 7 | | | | Celda 8 | |
| Celda 9 | | | | Celda 10 | |
| Celda 11 | | | | Celda 12 | |
| Celda 13 | | | | Celda 14 | |
| Celda 15 | | | | Celda 16 | |
| Celda 17 | | | | Celda 18 | |
| Celda 19 | | | | Celda 20 | |
| Celda 21 | | | | Celda 22 | |
| Celda 23 | | | | Celda 24 | |
| 3 | Resistencia de celda a celda | | | Celda 1-2 | |
| | | Celda 3-4 | | Celda 4-5 | |
| | | Celda 5-6 | | Celda 6-7 | |
| | | Celda 7-8 | | Celda 8-9 | |
| | | Celda 9-10 | | Celda 10-11 | |
| | | Celda 11-12 | | Celda 12-13 | |
| | | Celda 13-14 | | Celda 14-15 | |
| | | Celda 15-16 | | Celda 16-17 | |
| | | Celda 17-18 | | Celda 18-19 | |
| | | Celda 20-21 | | Celda 21-22 | |
| | | Celda 22-23 | | Celda 23-24 | |
| 4 | Conexión de terminal a toda la cadena | Buen estado | | Dañado | |

Tabla 6: Mantenimiento anual para baterías



Ilustración 14: Área de baterías

Además del plan de mantenimiento preventivo, se propuso la utilización de un sistema de etiquetado para tener un registro controlado de las baterías y cargadores. Asegurar el estado óptimo de las baterías es una prioridad para la empresa debido a la importancia de los montacargas en los procesos operativos.

4.6.4 SISTEMA VISUAL DE COMUNICACIÓN

Según (Ogata, 2010, p. 3) "Un sistema es una combinación de componentes que actúan juntos y realizan un objetivo determinado. Un sistema no está necesariamente limitado a los sistemas físicos." Andon es un Sistema visual de comunicación usualmente transmitido con luces agrupadas o una pantalla digital.

Este sistema es beneficioso en el proceso de manufactura lean en donde la información es enviada directamente a los cuartos de control y hace que los operadores controlen operaciones simultaneas. Se diseñó y se desarrolló un programa que permite ingresar información de una manera intuitiva para transmitirla en pantallas al área de producción.

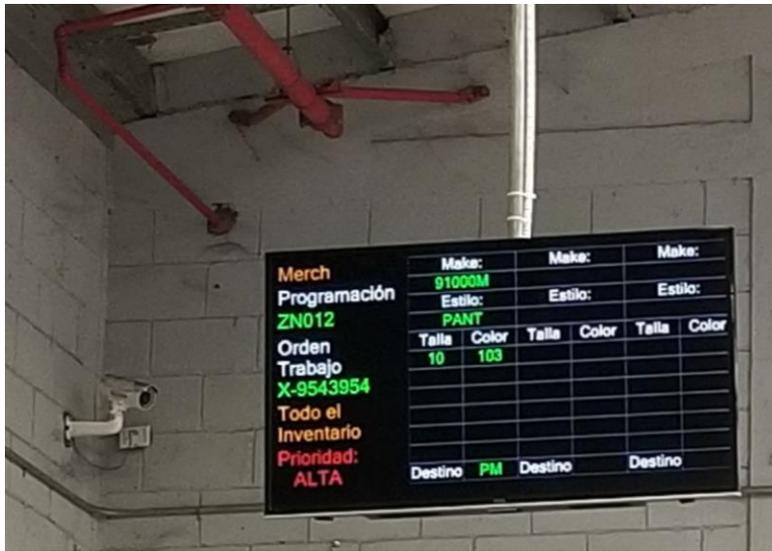


Ilustración 15: Pantalla instalada en Kanban de producción

Un sistema funcional Andon remueve la dependencia en pizarras, portapapeles, y conversaciones personales para obtener información actualizada sobre los ciclos de la planta. Esta característica es de especial importancia en el Kanban de producción, donde se requiere transmitir información que debe ser actualizada constantemente durante el día.

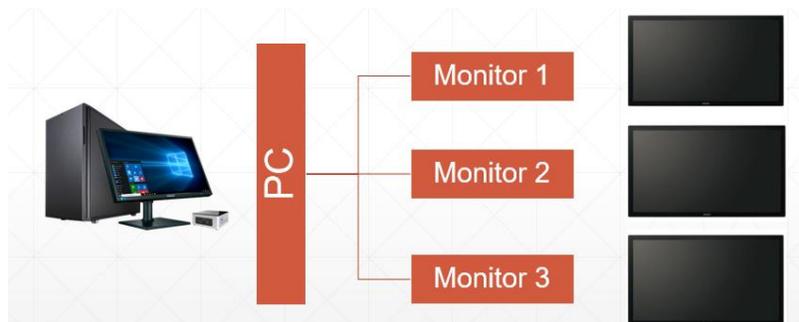


Ilustración 16: Esquema de entrada y salidas

El sistema de opera utilizando una computadora como dispositivo de entradas para transmitir la información deseada a los monitores instalados en el área de trabajo. Actualmente se está utilizando la conexión a través de cables VGA, debido a que ya se contaban con ellos; sin embargo, se planea actualizar a cables HDMI en el futuro para tener una mejor calidad y accesibilidad con sistemas más modernos.

La interfaz de usuario para controlar las pantallas cuenta con opciones para ingresar diversas especificaciones en las órdenes de la empresa. La mayoría de estas están codificadas para tener un sistema unificado y que corresponda con la base de datos de la empresa. Desde la aplicación de control es posible editar la información a mostrar en todas las pantallas que se estén utilizando. También se cuenta con diversas incorporaciones en el programa que facilitan su uso para los operadores; entre ellas se encuentran:

- Editar: Permite seleccionar la pantalla a controlar.
- Simulación: Muestra una simulación de la pantalla en la computadora para que el operador pueda ver el resultado de las entradas sin tener que moverse a ver las pantallas físicas en las áreas de trabajo.
- Ajustes: Brinda acceso a herramientas para borrar las entradas de las pantallas de manera directa y permite cambiar el idioma de operación del programa.
- Ayuda: Proporciona una explicación de las funciones del programa.

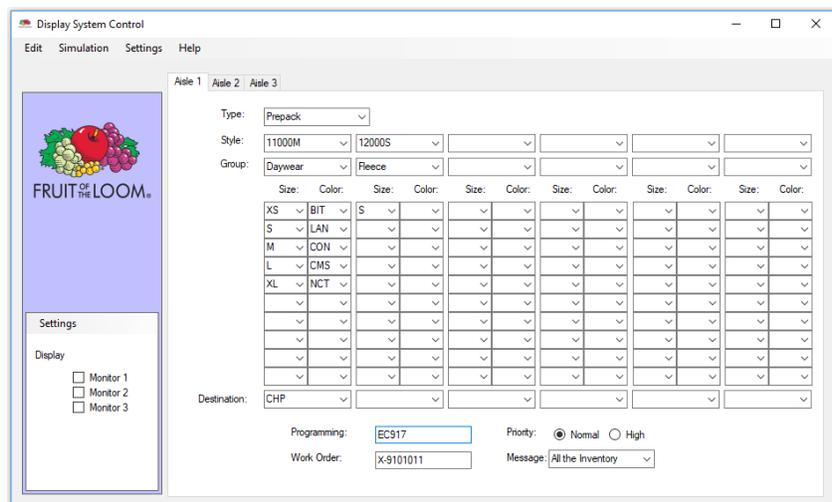


Ilustración 17: Interfaz de usuario de control

La interfaz de pantalla se encarga de presentar la información ingresada en la aplicación de control de una manera fácilmente visible para los operadores. Para ello se utilizan colores que contrastan con el fondo negro de las pantallas. A continuación se listan los parámetros mostrados en la pantalla:

- Estilo
- Grupo
- Color
- Talla
- Destino
- Programación
- Orden de trabajo
- Prioridad

| | | | | | | |
|---|---------|---------|---------|---------|---------|-------|
| Prepack Programación EC917 Solo Programado Orden Trabajo X-9101011 Prioridad: Normal | Grupo: | | Grupo: | | Grupo: | |
| | 11000M | | 12000S | | | |
| | Estilo: | | Estilo: | | Estilo: | |
| | Daywear | | Fleece | | | |
| | Talla | Color | Talla | Color | Talla | Color |
| | XS | BIT | S | | | |
| | S | LAN | | | | |
| | M | CON | | | | |
| | L | CMS | | | | |
| | XL | NCT | | | | |
| Destino | CHP | Destino | | Destino | | |

Ilustración 18: Interfaz de pantalla

4.7 MEJORA CONTINUA DEL PROCESO

La meta es lograr la perfección mejorando continuamente los procesos comerciales y de producción. Claro está que la perfección es una meta difícil de alcanzar, sin embargo, debe tratarse de lograrla ininterrumpidamente.

Algunas formas de mejorar continuamente son:

- Considerar que todo el trabajo es un proceso
- Hacer que todos los procesos sean efectivos, eficientes y adaptables
- Mantener una insatisfacción constructiva con el grado de desempeño actual
- Investigar que actividades no agregan valor al producto o servicio para tratar de eliminarlas
- Innovar para lograr grandes avances
- Incorporar en las actividades futuras, las lecciones aprendidas



Ilustración 19: Ciclo de mejora continua

V. METODOLOGÍA

5.1 VARIABLES DE INVESTIGACIÓN

Según (Shuttleworth, 2009) "Las variables de investigación de cualquier proceso de investigación o experimento científico son factores que pueden ser manipulados y medidos."

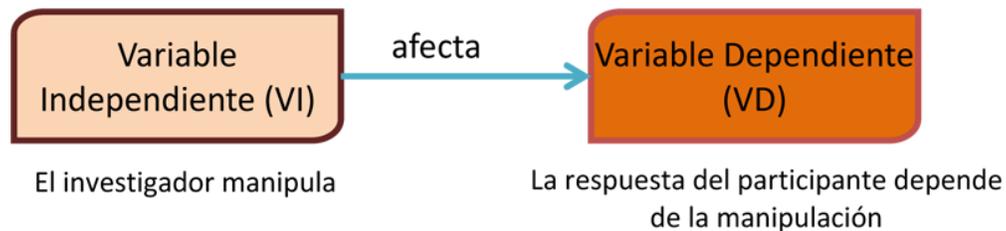


Ilustración 20: Variables

5.1.1 VARIABLES INDEPENDIENTES

Las variables independientes afectan las demás variables. Estas no dependen de otros factores para estar presentes. A continuación se listan las variables independientes de la práctica profesional realizada:

- Número de movimientos en proceso de etiquetado
- Voltaje de alimentación para sistema de luces de señalización
- Nivel de electrolitos en las celdas de las baterías
- Resolución de los monitores de sistema de comunicación visual

5.1.2 VARIABLES DEPENDIENTES

Las variables dependientes están sujetas a los cambios en función de la manipulación de las variables independientes. A continuación se listan las variables dependientes de la práctica profesional realizada:

- Costo de etiquetado por prenda
- Intensidad luminosa de sistema de luces de señalización
- Tiempo de operación por ciclo de las baterías
- Nivel de detalle y visibilidad de los monitores de sistema de comunicación visual

5.2 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS APLICADOS

5.2.1 TÉCNICAS

Las técnicas constituyen el conjunto de mecanismos, medios o recursos dirigidos a recolectar, conservar, analizar y transmitir los datos de los fenómenos sobre los cuales se investiga. Por consiguiente, las técnicas son procedimientos o recursos fundamentales de recolección de información, de los que se vale el investigador para acercarse a los hechos y acceder a su conocimiento acerca de los hechos y acceder su conocimiento.

5.2.1.1 Clasificación de las técnicas de investigación

- Observación: Consiste en observar atentamente el fenómeno, hecho o caso, tomar información y registrarla para su posterior análisis. Durante la practica profesional se observaron los distintos procesos desarrollados en la empresa para posteriormente realizar analisis sobre su forma de operación.
- Encuesta: Técnica destinada a obtener datos de varias personas cuyas opiniones impersonales interesan al investigador.

Hay dos tipos:

- Cuestionario: El cuestionario es un conjunto de preguntas diseñadas para generar los datos necesarios para alcanzar los objetivos propuestos del proyecto de investigación. Se aplicaron cuestionarios a un selecto grupo de personas encargadas de areas de interes para implementación de proyectos y operadores para estandarizar e integrar el proceso de recopilación de datos.
- Entrevista: Es una técnica para obtener datos que consisten en un dialogo entre dos personas: el "investigador" y el entrevistado; se realiza con el fin de obtener información de parte de este. Se realizaron entrevistas con personal entendido en la materia de investigación (supervisores y operadores) de ciertas areas en la empres para recopilar información acerca de sus opiniones y sugerencias.

5.2.2 INSTRUMENTOS:

Un instrumento de investigación es la herramienta utilizada por el investigador para recolectar la información de la muestra seleccionada y poder resolver el sistema de investigación. Para seleccionar un instrumento se debe asegurar que este sea válido y confiable. A continuación se presentan los instrumentos utilizados durante la práctica profesional:

- **Cronometro:** Es un reloj cuya precisión ha sido comprobada y certificada por algún instituto de control de precisión. Este fue el instrumento más utilizado en la práctica debido al interés de la empresa en encontrar métodos para reducir los tiempos en las operaciones. Algunos de los tiempos medidos fueron los tiempos de carga y descarga de contenedores, y el tiempo de mantenimiento y lavado de baterías de montacargas para realizar análisis posteriormente.
- **Voltmetro:** Dispositivo que permite realizar la medición de la diferencia de potencial o tensión que existe entre dos puntos pertenecientes a un circuito eléctrico. Se utilizó este instrumento para medir el diferencial de potencial en las celdas de las baterías de montacargas.
- **Amperímetro:** Dispositivo que permite realizar la medición de los amperios que tiene la corriente eléctrica. Con un amperímetro se midió la corriente de salida de los cargadores y baterías con motivos de mantenimiento y registro de datos.
- **Ohmímetro:** El ohmímetro es un instrumento que sirve para medir la resistencia eléctrica. Se realizaron mediciones de resistencia entre las celdas de las baterías.
- **Termómetro:** El termómetro es un instrumento que sirve para medir la temperatura. Cierta modelo de baterías en la empresa cuenta con un módulo denominado Tobi, que tiene un termómetro integrado y registra estos valores para que sean analizados. Por motivos de seguridad, cuando la temperatura llega a un límite, las baterías y los cargadores indican un error para evitar daños a las baterías y a los operadores.
- **Hidrometro:** Instrumento que sirve para determinar la gravedad específica de las celdas de las baterías; de igual manera, por motivos de mantenimiento.

5.3 FUENTES DE INFORMACIÓN

Las fuentes de información son archivos o documentos que contienen datos que complacen una búsqueda de conocimiento. Las fuentes se clasifican, de acuerdo a su nivel de información, en primarias y secundarias.

5.3.1 FUENTES PRIMARIAS

Las fuentes primarias contienen información original, resultado de un trabajo intelectual. Las fuentes principales utilizadas en la práctica profesional son las siguientes:

- Libros sobre técnicas de automatización
- Libros sobre programación
- Libros sobre control de la calidad
- Informes técnicos sobre eficiencia en centros de distribución

5.3.2 FUENTES SECUNDARIAS

Las fuentes secundarias contienen información que hace referencia a documentos primarios. Estos incluyen análisis o extracciones de documentos primarios originales. Las fuentes secundarias utilizadas en la práctica profesional son las siguientes:

- Manual de baterías de montacargas
- Manual de cargadores industriales
- Artículos sobre eficiencia en procesos de producción
- Artículos sobre control de sistemas remotos

5.4 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

| Actividades | Semana | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | | | | | 2 | | | | | 3 | | | | |
| | L | M | M | J | V | L | M | M | J | V | L | M | M | J | V |
| Inducción Seguridad | ■ | | | | | | | | | | | | | | |
| Observación y análisis de proceso de descarga | | ■ | | | | | | | | | | | | | |
| Observación y análisis proceso de escaneo e ingreso a la base de datos | | | ■ | | | | | | | | | | | | |
| Capacitación proceso de escaneo e ingreso a base de datos | | | | ■ | | | | | | | | | | | |
| Clasificación de productos de acuerdo a su etapa de distribución | | | | | ■ | | | | | | | | | | |
| Análisis y diseño de proyectos | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | |
| Presentación materiales para cotización | | | | | | | | ■ | | | | | | | |
| Investigación baterías y cargadores industriales | | | | | | | | ■ | | | | | | | |
| Preparación Mantenimiento preventivo para baterías y cargadores | | | | | | | | | ■ | | | | | | |
| Diseño de interfaz para monitoreo de montacargas | | | | | | | | | | ■ | ■ | | | | |
| Presentación de mantenimiento preventivo en sala de conferencias | | | | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | | |
| Investigación IPS y RTLS | | | | | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | |
| Diseño dispensadora automática SW | | | | | | | | | | | | | | ■ | ■ |

Tabla 7: Cronograma de actividades semanas 1-3

| Actividades | Semana | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 4 | | | | | 5 | | | | | 6 | | | | |
| | L | M | M | J | V | L | M | M | J | V | L | M | M | J | V |
| Diseño etiquetadora actual en SW | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | | |
| Investigación y presentación de materiales para cotización | | | ■ | | | | | | | | | | | | |
| Elaboración hoja de seguimiento de mantenimiento preventivo | | | | ■ | | | | | | | | | | | |
| Presentación de actualizaciones sobre mantenimiento preventivo | | | | ■ | | | | | | | | | | | |
| Propuesta de proyecto de luces de señalización | | | | ■ | | | | | | | | | | | |
| Presentación de diseño de estructura para taller de mantenimiento | | | | | ■ | | | | | | | | | | |
| Presentación lista de materiales proyecto de luces de señalización | | | | | | ■ | ■ | | | | | | | | |
| Cotización sensores de proximidad / cámaras para montacargas | | | | | | ■ | ■ | | | | | | | | |
| Investigación proyecto de monitoreo de montacargas | | | | | | | ■ | ■ | | | ■ | ■ | | | |
| Análisis cotización proyecto de luces de señalización | | | | | | | | | ■ | | | | | | |
| Capacitación Yellow Belt | | | | | | | | | | ■ | | | | | |
| Desarrollo de cálculos de consumo eléctrico de dispensadora automática | | | | | | | | | | ■ | | | | | |
| Análisis FODA de metas 2018 | | | | | | | | | | | ■ | | | | |
| Visita a proveedores para proyecto de luces de señalización | | | | | | | | | | | | | | ■ | |
| Análisis de bodega de recibo para implementación de banda transportadora | | | | | | | | | | | | | | | ■ |

Tabla 8: Cronograma de actividades semanas 4-6

| Actividades | Semana | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|---|---|---|---|
| | 7 | | | | | 8 | | | | | 9 | | | | | 10 | | | | |
| | L | M | M | J | V | L | M | M | J | V | L | M | M | J | V | L | M | M | J | V |
| Instalación / Introducción Flexsim | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Revisión tiempo de lavado de baterías | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cotización rotulo de producción andon | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Simulación Flexsim de bodega de recibo | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Diseño y programación sistema visual de comunicación en VS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Presentación interfaz sistema visual de comunicación | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Presentación avance Flexsim | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Toma de tiempos para simulación | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Simulación de escenarios en Flexsim | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Calculo de SAM y ROI de etiquetadora automática | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Presentación de propuestas para implementación de bandas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Presentación proyecto sistema visual de comunicación | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Instalación proyecto luces de señalización | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Tabla 9: Cronograma de actividades semanas 7-10

VI. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO REALIZADO

El trabajo asignado consiste en optimizar procesos y mejorar la eficiencia de flujos de trabajo en la empresa; por lo tanto, se llevó a cabo un plan de mejora que consiste en cuatro pasos: observación, análisis, diseños e implementación, y resultados. Esta metodología se aplicó para los siguientes proyectos propuestos en la empresa:

- Dispensadora automática de etiquetas
- Sistema de luces de señalización
- Mantenimiento de baterías y cargadores
- Sistema visual de comunicación

A continuación se presenta una breve explicación de los pasos aplicados durante la práctica profesional:

1. Observación: Inicialmente se observaron los distintos procesos y flujos de trabajo en la empresa para comprender su funcionamiento y metodología. Esta etapa tuvo lugar durante las primeras semanas de la práctica profesional. En la fase de observación se documentan los aspectos más importantes y se formulan preguntas para entender los procesos.

2. Análisis: Luego de observar los procesos y flujos, se realizó un análisis de mejora para cada área observada. En esta fase se proponen soluciones o alternativas de trabajo para incrementar la eficiencia de operaciones en la empresa. Para presentar una propuesta de proyecto es necesario realizar una investigación profunda acerca de los temas a trabajar; incluyendo las herramientas e instrumentos necesarios, el funcionamiento del proyecto, y su plan de desarrollo.

3: Diseños e implementaciones: Cuando la investigación había avanzado, se comenzó a crear los diseños y el plan de funcionamiento para implementar los proyectos en la empresa. Incluso en esta fase, es posible que se descubra un mejor diseño o plan para el proyecto, y se deba idear

desde otro punto de vista. En esta fase se empezó a mostrar avances de los entregables hasta que finalmente se implementaron los proyectos.

4. Resultados: Se analizan los resultados obtenidos debido a la implementación de los proyectos propuestos para determinar el estado final de esa área de trabajo. A partir del criterio de los gerentes y / o supervisores, se determina si es necesario realizar modificaciones o ajustes a un proyecto, o si se puede avanzar al siguiente.

Durante el transcurso de la práctica, se realizaron reuniones periódicas en la sala de conferencias de la empresa para revisar el progreso de las investigaciones e implementaciones de los proyectos. En estas reuniones también se aprovechaba para hacer retroalimentación de ideas con el demás personal involucrado con las áreas analizadas.

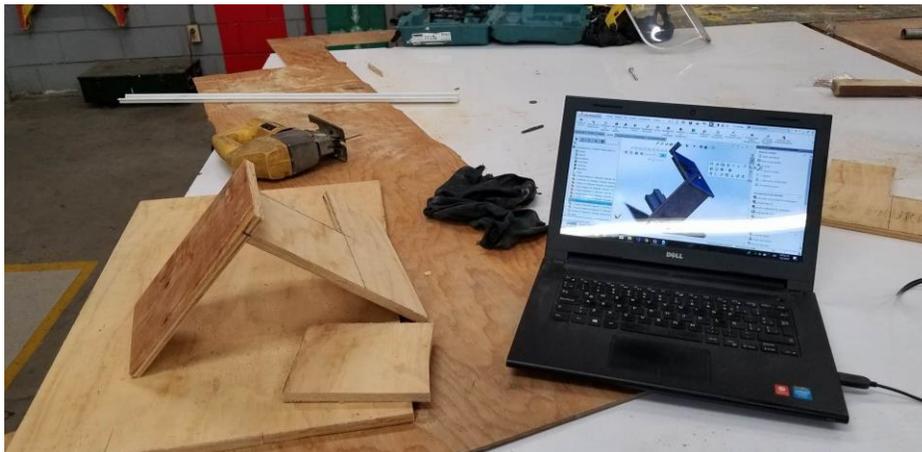


Ilustración 21: Diseño y fabricación de estructura

En ciertos casos, como parte del análisis fue necesario realizar visitas a proveedores locales para solicitar cotizaciones de los materiales necesarios para los proyectos, contando con un conocimiento técnico suficiente para determinar las opciones más convenientes para la empresa. Durante las últimas semanas de la práctica, se realizó la fase de instalación e implementación de proyectos que fueron aprobados.



Ilustración 22: Instalación y pruebas de programa en el monitor

En la semana 10 se impartió una presentación en inglés, explicando y demostrando la funcionalidad de los proyectos a un auditor extranjero que hizo una visita para evaluar el rendimiento y desarrollo de la empresa.

6.1 APORTACIONES

6.1.1 MONITOREO EN DE MONTACARGAS

Se investigó la viabilidad de la implementación de un sistema de monitoreo en tiempo real de los montacargas de la empresa, utilizando Arduino. Las variables de los montacargas que requieren un registro ordenado son las siguientes:

- Tiempo de operación
- Tiempo de carga de mercancía
- Distancia recorrida
- Ubicación

Desde el inicio, se propuso el uso del microcontrolador Arduino MKR, debido a su conectividad a internet integrada, accesibilidad, y economía. También se propuso la instalación de sensores en los montacargas para que lleven el registro de datos individualmente, y luego que se transmitan estos datos a un servidor para ser analizados por un supervisor o gerente. Según (Pallás Areny, 2005, p. 3) "Un sensor es un dispositivo que, a partir de la energía del medio donde se mide, da una señal de salida transducible que es función de la variable medida."

El tiempo de operación del montacargas se puede determinar a través del mismo microcontrolador a base de programación, sin necesidad de componentes electrónicos externos. Para llevar un registro del tiempo en el cual el montacargas está llevando una carga, se sugirió el uso de sensores ultrasónicos en la parte frontal del montacargas. Un sensor ultrasónico mide la distancia mediante el uso de ondas ultrasónicas. El cabezal emite una onda ultrasónica y recibe la onda reflejada que retorna desde el objeto. Los sensores ultrasónicos miden la distancia al objeto contando el tiempo entre la emisión y la recepción.



Ilustración 23: Sensor ultrasónico HC-SR04

Una solución ideada inicialmente fue la utilización de un acelerómetro para determinar la posición actual del Arduino mediante el cálculo de derivadas en tiempo real. Luego de una investigación adicional, se llegó a la conclusión que este sistema sería demasiado impreciso debido a las variaciones en las derivadas cuando la aceleración es cero (velocidad constante o montacargas en reposo); y estas irregularidades irían acumulando errores progresivamente a los nuevos cálculos.

Se analizaron varias opciones para desarrollar el sistema RTLS (real time location system) o IPS (indoor positioning system), en conjunto con la distancia recorrida por el montacargas. El desarrollo del proyecto implica la implementación de sistemas de posicionamiento por triangulación, mediante el uso de transmisores y un receptor para cada montacargas.

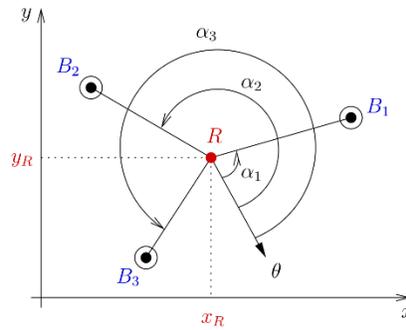


Ilustración 24: Posicionamiento mediante triangulación

Los desafíos del proyecto radican en que el sistema es dinámico; y por ende los componentes electrónicos, incluyendo los sensores y microcontroladores; las fuentes de alimentación, y el funcionamiento total del registro de datos deben ser adaptados para garantizar una operación óptima en condiciones no estáticas. La implementación del proyecto también implica una fase de configuración y pruebas extensas, y se determinó que el alcance de este proyecto no se podía abarcar en el periodo de la práctica profesional.

6.1.2 BANDA TRANSPORTADORA EN ÁREA DE CARGA Y DESCARGA

Se elaboró un análisis sobre la viabilidad de la instalación de una banda transportadora en el área de carga y descarga, utilizando el simulador Flexsim. Se realizaron tres propuestas diferentes y se determinó cual es cuál de estas representaría una mayor eficiencia y reducción de costos.

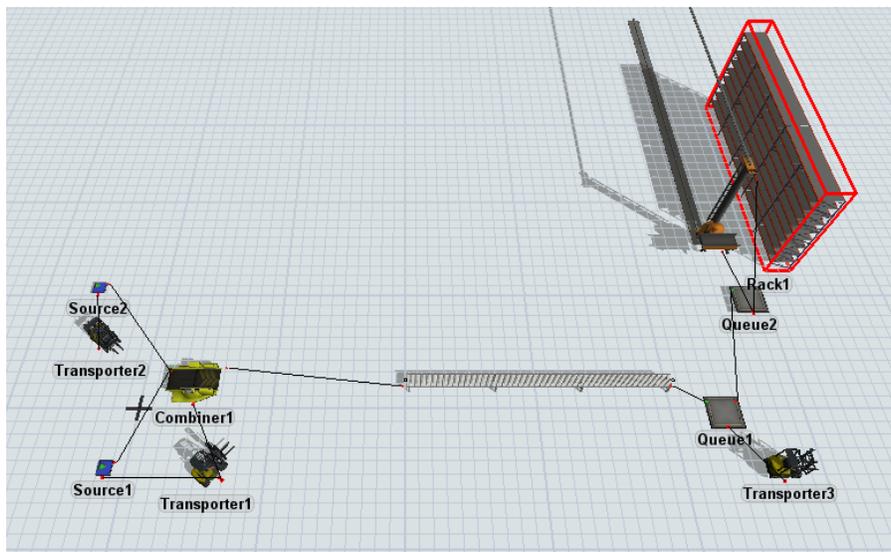


Ilustración 25: Simulación área de descarga

VII. CONCLUSIONES

Según (Matias, 2017) "Como su nombre lo indica, la conclusión de un proyecto es la parte final de cualquier trabajo de investigación, en ésta el investigador sintetiza los resultados de su investigación, producto del alcance de los objetivos generales y específicos trazados inicialmente." A continuación se presentan las conclusiones obtenidas tras realizar la práctica profesional:

- Se compuso el diseño de un sistema automatizado de dispensación de etiquetas para el área de producción.
- Se sugirió, y posteriormente se instaló un sistema de luces de señalización en el área de carga y descarga para garantizar la seguridad de los operadores.
- Se conceptuó un plan de mantenimiento preventivo para baterías de montacargas y sus respectivos cargadores.
- Se desarrolló un sistema visual de comunicación transmitido con pantallas digitales a través de Visual Basic .NET para su utilización en los procesos de producción.

VIII. RECOMENDACIONES

7.1 PARA LA UNIVERSIDAD:

- Implementar la clase de Instalaciones Eléctricas en el pensum de Ingeniería Mecatrónica, ya que es muy importante por motivos de seguridad y actualmente solo está como clase electiva y no siempre está disponible.
- Realizar visitas técnicas a empresas para ver equipo industrial en operaciones en condiciones reales.

7.2 PARA LA EMPRESA:

- Mostrar el diseño y proponer la utilización de la dispensadora automática de etiquetas a otras plantas de Fruit Of The Loom, en caso que se desee implementar este sistema en dichas plantas.
- Elaborar un SOP (standard operating procedure) para ayudar a los operadores de la empresa y a los transportistas a llevar a cabo operaciones rutinarias con el sistema de luces de señalización.
- Llevar un historial de todos los mantenimientos de las baterías y de los cargadores para tener un registro y una línea de tiempo en caso que se produzca una falla o irregularidad en el equipo.
- Adaptar e implementar el sistema visual de comunicación en otras áreas de la empresa como manufactura, recibo, almacenamiento, manejo de inventario, y envíos.

BIBLIOGRAFÍA

Chapman, S. J. (2012). *Máquinas eléctricas* (5.^a ed.). México, D.F.: McGraw-Hill Interamericana.

Ebel, F., Idler, S., Prede, G., & Scholz, D. (2008). *Fundamentos de la técnica de automatización*. Festo Didactic GmbH & Co. KG.

Evans, J. R., & Lindsay, W. M. (2014). *Administración y Control de la Calidad* (9.^a ed.). México: Cengage Learning Editores.

Farrel, J. (2013). *Introducción a la Programación Lógica y Diseño* (7.^a ed.). México, D.F.: Cengage Learning Editores.

H. Besterfield, D. (2009). *Control de calidad* (8va ed.). México: Pearson Educación.

Halvorson, M. (2007). *Aprénda ya: visual basic 2005*. México, D.F.: MX: McGraw-Hill Interamericana.
Recuperado a partir de <http://www.ebrary.com>

James P. Clements, J. G. (2012). *Administración Exitosa de Proyectos* (5ta ed.). Cengage Learning Editores, S.A. de C.V.

Kalpakjian, S., & Schmid, S. R. (2014). *Manufactura, ingeniería y tecnología: Ingeniería y tecnología de materiales* (7.^a ed., Vol. 1). México: Pearson Educación.

Matias, R. (2017). Evaluación de proyectos: ¿Cómo hacer la conclusión de un proyecto?
Recuperado a partir de <https://www.webyempresas.com/como-hacer-la-conclusion-de-un-proyecto/>

Mora García, L. A. (2012). *Gestión logística en centros de distribución, bodegas y almacenamientos* (1.^a ed.). Bogotá: Ecoe Ediciones.

Ogata, K. (2010). *Ingeniería de control moderna* (5.^a ed.). Madrid: Pearson Educación.

Pallás Areny, R. (2005). *Sensores y Acondicionadores de Señal* (4.^a ed.). España: Marcombo, S.A.

Pressman, R. (2010). *Ingeniería del software: un enfoque práctico* (7.^a ed.). México, D.F.: McGraw-Hill Interamericana.

Ruffier, J. (1998). *La eficiencia productiva: cómo funcionan las fábricas*. Montevideo: Cinterfor/OIT.

Shuttleworth, M. (2009). Variables de investigación. Recuperado 27 de noviembre de 2017, a partir de <https://explorable.com/es/variables-de-investigacion>

William, H. (2012). *Análisis de circuitos en ingeniería* (8.ª ed.). McGraw-Hill Interamericana.

ANEXOS

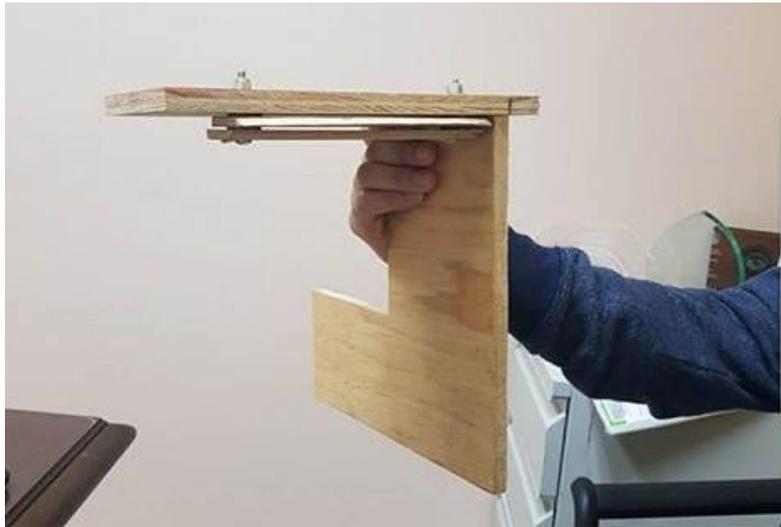


Ilustración 26: Estructura de prototipo de etiquetadora automática



Ilustración 27: Control para sistema de luces de señalización



Ilustración 28: Batería en proceso de mantenimiento

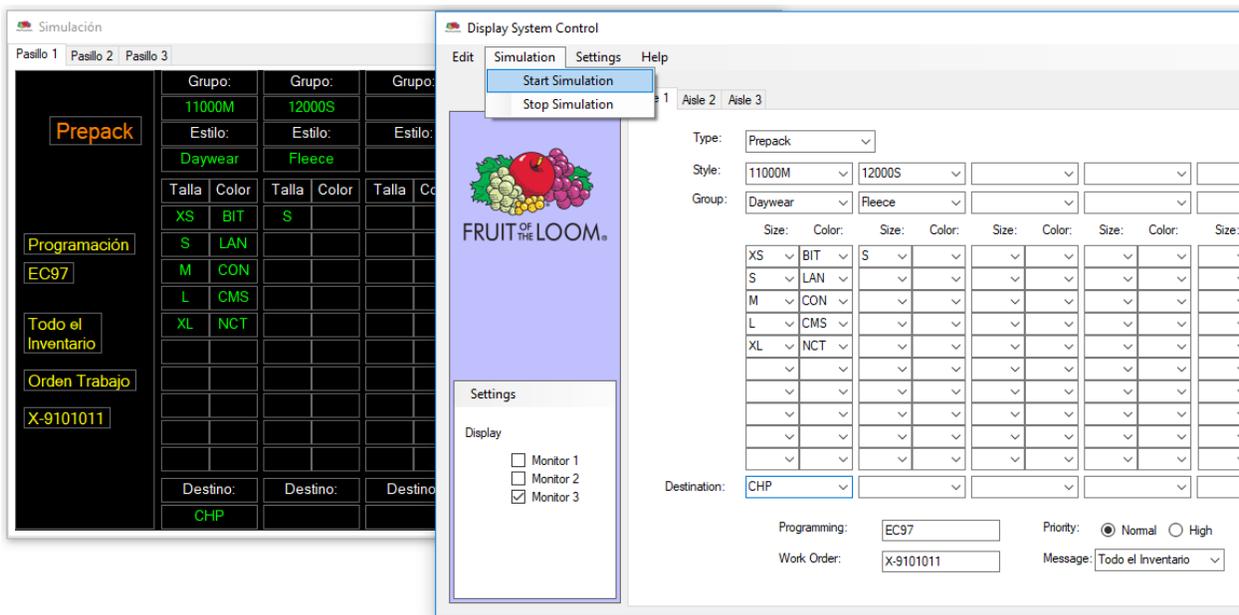


Ilustración 29: Interfaz de control y simulación de monitores



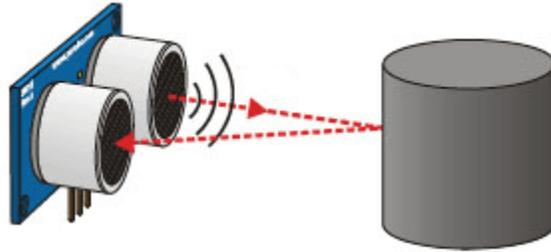
Ilustración 30: Monitores instalados en Kanban de producción



Ilustración 31: Estación de pruebas y demostraciones

| Beneficios: | |
|---|--|
| Hace la condición de los procesos de manufactura lista y fácilmente disponible para gerentes de planta, operadores y personal de mantenimiento. | |
| Se ahorran costos y tiempo al proveer un mecanismo directo y consistente para desplegar información el piso de producción. | |
| Es parte de un control de calidad automático, y es un aspecto importante en el enfoque Lean de manufactura. | |

Tabla 10: Beneficios sistema visual de comunicación



$$\text{Tiempo} = 2 * (\text{Distancia} / \text{Velocidad})$$
$$\text{Distancia} = \text{Tiempo} \cdot \text{Velocidad} / 2$$

Ilustración 32: Funcionamiento sensor ultrasónico

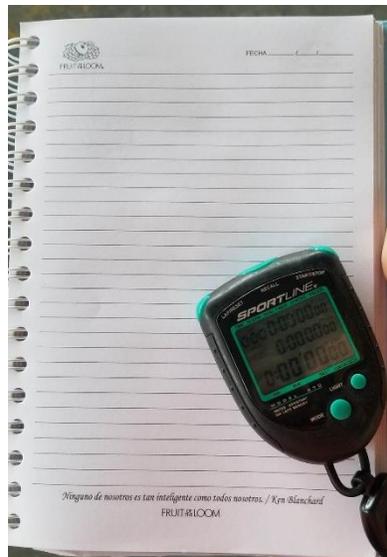


Ilustración 33: Cronometro para medición de tiempos de carga y descarga