

DOI: <https://doi.org/10.56712/latam.v5i4.2348>

Dispositivo de almacenamiento 4.0 para operadores logísticos 3PL

Storage device 4.0 for 3PL logistics operators

Alicia Guevara Franco

aguevara@itesa.edu.mx

<https://orcid.org/0000-0002-8885-8241>

ITESA/TECNM

Apan – México

María Isabel Flores Ortega

mflores@itesa.edu.mx

<https://orcid.org/0000-0002-9067-7861>

ITESA/TECNM

Apan – México

Claudia Sánchez García

csanchez@itesa.edu.mx

<https://orcid.org/0000-0002-0872-3612>

ITESA/TECNM

Apan – México

Artículo recibido: 26 de junio de 2024. Aceptado para publicación: 11 de julio de 2024.
Conflictos de Interés: Ninguno que declarar.

Resumen


El almacén representa una de las áreas primordiales para todas las organizaciones independientemente del giro al que pertenezca, de acuerdo con datos de INEGI 2021, los ingresos generados por los servicios de almacenamiento en el País, pasaron de 58,725,878 miles de pesos en periodo del 2020 a 61,298,267 en el año 2021, demostrando un incremento considerable en la solicitud del servicio, adicional a esto se estima que en México durante 2023 los mercados del 3PL están generando 24.30 mil millones de dólares y pueda incrementar hasta un 6,75% en el 2028, alcanzando un total de ingresos de 33.69 mil millones de dólares; entre las empresas con mayor prestigio en la actividad se encuentran DHL International GmbH, Schneider, Logística Accel y Traxión las cuales destacan por la automatización de sus procesos, sin minimizar los impactos de todas las unidades económicas consideradas como Pymes. Las bandas transportadoras forman parte importante del servicio brindado al cliente para dar cumplimiento a los indicadores logísticos- por tal razón la integración de la industria 4.0 con sus diferentes COR-ELEMENTS es fundamental, destacando la incorporación del Big Data, internet de las cosas y Cloud Computing. La creación de un dispositivo de almacenamiento 4.0 consiste en una banda transportadora capaz de clasificar los productos de forma rápida en los diferentes destinos asignados y el registro de la información para la alimentación de bases de datos sobre los diferentes indicadores logísticos que permita de manera oportuna tomar decisiones que mejoren los procesos y el incremento del nivel de despachos generados por día, vejez del inventario y rotación.

Palabras clave: almacenamiento, industria 4.0, banda transportadora, operador logístico, 3PL

Abstract

The warehouse represents one of the primary areas for all organizations, regardless of the line of business to which it belongs. According to data from INEGI 2021, the income generated by storage services in the country went from 58,725,878 thousand pesos in the period of 2020 to 61,298,267 in 2021, demonstrating a considerable increase in the request for the service. In addition to this, it is estimated that in Mexico during 2023 the 3PL markets are generating 24.30 billion dollars and could increase up to 6.75% in 2028, reaching a total revenue of 33.69 billion dollars; Among the companies with the greatest prestige in the activity are DHL International GmbH, Schneider, Logística Accel and Traxión, which stand out for the automation of their processes, without minimizing the impacts of all the economic units considered as SMEs. Conveyor belts are an important part of the service provided to the client to comply with logistics indicators - for this reason the integration of industry 4.0 with its different CORELEMENTS is essential, highlighting the internet of things, Big Data and Cloud Computing. The creation of a 4.0 storage device consists of a conveyor belt capable of quickly classifying products in the different assigned destinations and recording information to feed databases on the different logistical indicators that allow decision making, timely management and increase in the level of shipments generated per day, inventory aging and rotation.

Keywords: storage, industry 4.0, conveyor belt, logistics operator, 3PL

Todo el contenido de LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades, publicados en este sitio está disponibles bajo Licencia Creative Commons . 

Cómo citar: Guevara Franco, A., Flores Ortega, M. I., & Sánchez García, C. (2024). Dispositivo de almacenamiento 4.0 para operadores logísticos 3PL. *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades* 5 (4), 1452 – 1466. <https://doi.org/10.56712/latam.v5i4.2348>

INTRODUCCIÓN

La logística se conceptualiza como el proceso de la cadena de suministro encargada de planificar, ejecutar y controlar flujos eficientes de materiales e información, desde el origen hasta el punto de entrega, con el fin de satisfacer las solicitudes del cliente de acuerdo a Malagón y Orjuela (2023) el término es de origen militar en la época del antiguo imperio romano, sin embargo tomó importancia hasta la década de los 50's, debido a la preocupación en el ejército por el flujo eficiente de recursos militares y alimentos durante las guerras 26 . Posteriormente, las empresas adoptaron la logística para gestionar los flujos de materiales y se integró como parte de la cadena de suministro

Actualmente el crecimiento exponencial de los servicios logísticos a nivel nacional o internacional, obliga a las empresas para establecer estrategias de competitividad, que las posiciones en situaciones financieras favorables, de acuerdo a la revista T21(2022), América Latina tiene una posición favorable en el índice de desempeño logístico, registrado por el Banco Mundial, destacando los servicios que ofrecen los operadores logísticos 1PL, 2PL Y 3PL, quienes han enfrentado cambios radicales como lo es la integración de la Omnicanalidad, tiempos de entrega reducidos y alta exigencia por parte del cliente para el cumplimiento de requerimientos.

El almacenamiento desempeña una función clave dentro de los servicios 2PL y 3PL, como lo indica Calsina, Campos y Raez, (2009); año con año las industrias se enfrentan al reto del correcto manejo de materiales y almacenamiento de los productos, lo que resulta evidente que los sistemas tradicionales presentan áreas de oportunidad en la operatividad, que incrementan los costos, aumentan los tiempos de respuesta, provocan daños en los productos o incluso generan la necesidad de aplicar logística inversa por devoluciones o rechazo de producto.

De acuerdo con datos de Mecalux (2020), se indica que 89% de las empresas colaboran con un operador 3PL, permitiéndoles satisfacer sus requerimientos y mejorar el servicio. Los servicios 3PL (Third Party Logistics), identificada como Logística Tercerizada, se convierten en las cadenas productivas responsables de gestionar el producto desde las empresas hasta el cliente final, tomando el rol de intermediarios y generando ventajas competitivas como la administración de tiempo y esfuerzo, acercar la mercancía a través de la creación de redes de distribución y precios más competitivos.

De acuerdo con datos de INEGI 2021, los ingresos generados por los servicios de almacenamiento en el País, pasaron de 58,725,878 miles de pesos en periodo del 2020 a 61,298,267 en el año 2021 como se muestra en el gráfico 1 en la que se muestra el comparativo y se observa un crecimiento constante en el servicio solicitado.

Gráfico 1

Ingresos en miles de pesos generados por el sector 48-49 paquetería, transporte y almacenamiento

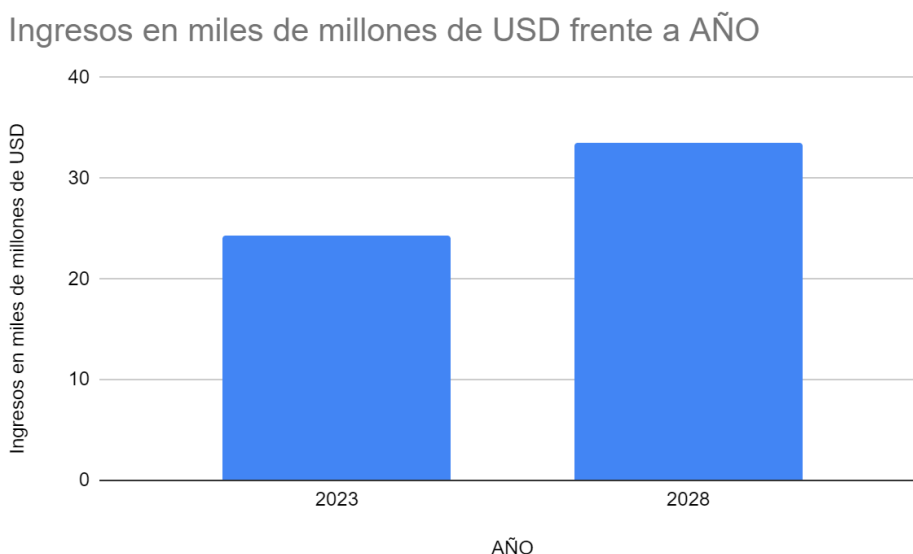


Nota: El gráfico representa el comportamiento en los ingresos generados por el servicio de almacenamiento, indicando un crecimiento ascendente entre el periodo del 2020 al 2021 de acuerdo con datos de INEGI.

Por otra parte, según datos de banco mundial el mercado de los 3PL en México proyectó un crecimiento considerable pronóstico del 2023 al 2028, pasando de \$24.30 mil millones de dólares a \$33.69, lo que representa un incremento del 6.5% como se muestra en el gráfico 2.

Gráfico 2

Ingresos en miles de dólares por el servicio 3PL y su crecimiento en los periodos del 2023 al 2028



Nota: Se muestra comparativo del crecimiento en miles de millones de USD, por el servicio 3PL en México y la proyección en crecimiento del año 2023 al 2028 de acuerdo con cifras del Banco Mundial.

Por otra parte, a Malagón y Orjuela (2023) indican que debido a la evaluación tecnológica en las cadenas productivas Internacionales ha provocado la revolución 4.0, lo que hace necesario ejecutar cambios drásticos en la logística para permitir la mejora en los indicadores y tiempos de respuesta de las cadenas de suministro dando apertura a la logística 4.0.

El uso de bandas transportadoras es factor clave para un mejor flujo y movilidad de las mercancías que están en constante movimiento dentro del almacén de un punto A a un punto B, gracias a la constante evolución a la que se han encontrado las cintas transportadoras, hasta el momento no es conocido el nombre exacto del inventor de la primer banda transportadora, de igual manera resulta difícil explicar con certeza el momento en el que se utilizaron por primera vez, pero se cree que los primeros medios de transporte empezaron a aparecer en el año de 1975, se utilizaron sistemas rudimentarios para el transporte de cargas pesadas en las minas de carbón, los cuales estaban hechos de un cinturón a base de lona o cuero que se deslizaba sobre una cama plana de madera y se estaban en movimiento o con la ayuda de animales de tiro. (Eutotransis E. 2023, Industria Metalmeccánica)

Posteriormente, Robbins desarrolló el precursor de la banda transportadora moderna en 1892, las primeras cintas o también conocidas como bandas transportadoras para desplazar grandes distancias fueron en las instalaciones de la compañía de Henry Clay Frick en Pittsburgh, Estados Unidos. Unas instalaciones construidas bajo tierra que recorrían un total de 8 kilómetros. Tal fue la revolución que supuso, que 8 años después, el inventor ganó el premio en la Exposición Universal de París. En 1905, Richard Sutcliffe creó la primera banda transportadora subterránea creada con algodón y caucho. Se utilizaba para la exportación del carbón desde la cantera hasta su destino. El material empleado en estas cintas, eran como la goma natural y el algodón de pato. (Enrique E. Romero, 2017)

Años después, en 1905, Hyme Godddard añadió a estas cintas un sistema de rodillo. Posteriormente años más tarde, en 1913, Henry Ford, reconocido por ser el padre de una gran marca de automóviles, incorporó a su fábrica cintas transportadoras de piezas para su proceso interno de producción de automóviles. En 1940, se comenzaron a generar cinturones de otros materiales diferentes a los usados anteriormente. De igual manera se crearon normas de seguridad gracias a la Asociación Estadounidense de Estándares. En años posteriores, modificaron e innovaron las cintas hasta convertirlas en cintas transportadoras menos ruidosas y más duraderas (Talleres Salo SL. 2022)

A inicios del siglo XX, Sandvik, una organización sueca, diseñó las bandas transportadoras con carcasa de cable de acero, que se empleaban para movilizar carbón vegetal, caña de azúcar y arena. Durante todo el siglo XX, el sistema fue mejorando progresivamente, ampliando aún más su uso entre los diferentes segmentos industriales. Desde esa época hasta ahora, los sistemas de transporte incluyen las transportadoras por rodillos, los cuales han sido partícipes de desarrollos en las tecnologías e innovaciones, desde el inicio el perfeccionamiento de bandas transportadoras de grandes potencias hasta el uso de computadoras que se programan para controlar aplicaciones complejas. Constantemente hay nuevas modificaciones en los sistemas de transporte, para mantener la industria en movimiento, todo con el objetivo de reducir el tiempo y aumentar el rendimiento óptimo. (Venmir V. 2023)

Actualmente, las cintas transportadoras contienen gran variedad de características mecánicas como lo son, su motor, acoplamiento, velocidad y sus materiales utilizados dentro en su manufactura como rodillos o tambores. Los procesos de alta velocidad generados por las cintas transportadoras son por lo regular rígidos, elásticos o magnéticos, y están conectados directamente al motor reductor. De igual manera se encuentran los acoplamientos de velocidad baja, que especialmente son elásticos solo en caso que la industria lo considere como necesario, y en caso contrario, están conectados directamente

al motor reductor como los de alta velocidad. Además de estos materiales, las cintas transportadoras han avanzado a lo largo de la historia hasta llegar a hablar de seguridad, donde realizan protecciones pertinentes en todos los lugares donde haya transmisiones y riesgos que puedan afectar la salud o integridad de quien se encuentra a cargo de cualquier proceso en cuestión. (Dorner Conveyors, 2022)

Todo proceso es llevado a cabo gracias a la logística, la cual se define como el proceso de planear a manera estratégica cualquier proceso llevado a cabo dentro de una organización para permitir el correcto flujo y almacenamiento de las diferentes materias primas existentes, de aquellas que se encuentran en proceso, y de los bienes terminados listos para su posterior distribución hacia la cadena de consumidores satisfaciendo así sus necesidades entregando en tiempo, lugar y forma el producto o servicio que estemos ofreciendo cumpliendo con todas las características requeridas por el consumidor evitando el menor número de incidencias posibles dentro de este proceso logístico. (Charles, Joseph y Carl, 2002, p. 383)

Dentro de ello se caracterizan diferentes funciones logísticas consideradas como una función rutinaria necesaria para lograr hacer llegar los productos o servicios desde el lugar de producción, hasta los intermediarios o clientes finales. Las funciones logísticas que caracterizan esta serie de pasos a seguir para desarrollar todas estas actividades son las siguientes, a) servicio al cliente, determinado sus necesidades del usuario, b) transporte, selección del transporte ideal, c) gestión de inventarios, para hacer eficiente el proceso interno, d) procesamiento de pedidos, transmitiendo correctamente la información de los pedidos pendientes, e) almacenamiento, diseñando y determinando los espacios destinados a las diferentes actividades dentro y fuera del almacén, f) manejo de mercancías, realizando el procedimiento de preparación de mercancías y recuperación, g) compras, pidiendo la cantidad adecuada sin tener excedentes que generen costos elevados de almacenamiento, h) planificación del producto, correlacionado con la parte de producción para satisfacer los requerimientos del consumidor, i) gestión de información mediante el uso de las TIC o de manera física, j) logística inversa, estando al tanto de las devoluciones o retorno de mercancías, k) actividades extras que puedan surgir dentro de las fases del planeamiento logístico. (Servera D. 2010)

Para ello se requieren de operadores logísticos los cuales nos ofrecen principalmente dos servicios, los cuales son el transporte de productos y el almacenamiento, sin embargo, dentro de ello se subdividen en 4 diferentes tipos de operadores logísticos los cuales tiene diferentes responsabilidades de acuerdo al nivel al que se encuentren. Los 4 tipos de operadores logísticos son los siguientes: 1PL) First Party Logistics son aquellos operadores que solo ofrecen servicio de transporte de mercancías cuando las empresas no cuentan con transporte propio o bien resulta más factible la contratación de este tipo de operadores; 2PL) Second Party Logistics son el siguiente nivel de operadores que ofrecen dos tipos de servicio, el transporte y almacenamiento de mercancía lo cual ayuda positivamente a un mejor flujo de las mercancías; 3PL) Third Party Logistics, este tipo de operadores tiene mayor peso sobre de ellos debido a que se encargan de la mayoría de las operaciones logísticas, por lo general sus servicios abarcan el almacenamiento, inventarios, preparación de pedidos y el transporte; 4PL) Fourth Party Logistics, las funciones de este operador logístico consta en crear la unión de la empresa con los diferentes proveedores de servicios logísticos y asimismo encargándose prácticamente de toda la parte que conforma la cadena de suministro. (Granillo R. 2019)

Actualmente un factor clave que ha ayudado a la evolución de todos estos procesos que conforman la parte logística, es el adentramiento a la industria 4.0 la cual se refiere al nuevo modelo que adquieren las organizaciones que repercuten directamente a su cadena de valor mediante el ciclo de vida de un producto y todo el proceso que conlleva haciendo uso de la mayor cantidad posible de las tecnologías de la información, lo cual adquiere un rol de gran importancia debido a que en la nueva era que nos encontramos en el siglo XXI, la mayoría de las organizaciones opta por el camino del giro de la implementación de la tecnología dentro de sus procesos productivos, ya que con ello se logra eficientar

tiempo, automatizar procesos, reducir costos y estar en constante competitividad para seguir posicionándose por encima de las organizaciones de giro similar obteniendo así una buena ventaja competitiva. (Román L. 2016)

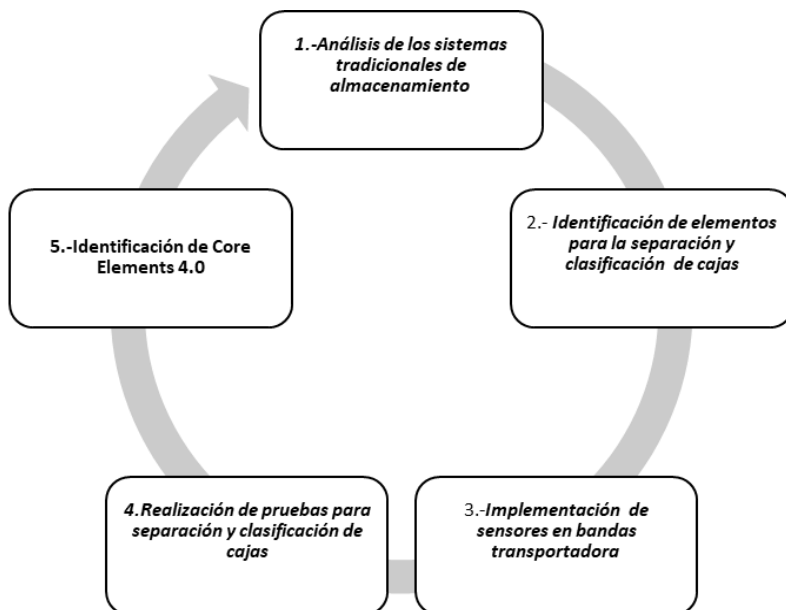
Parte de los elementos que conforman a la industria 4.0 son los denominados Core Elements, los cuales se basan en los siguientes conceptos, a) IoT y IIoT, mejor denominado como internet de las cosas en la cual mediante dispositivos conectados permite su interconexión para una mejor transferencia de datos, b) sistemas ciber físicos los cuales tiene funciones de almacenamiento y de comunicación para controlar uno o más procesos físicos dentro de un proceso, c) big data, usados con la intención de optimizar y hacer eficientes los procesos logísticos y productivos, d) cloud computing, basado en la utilización de softwares y almacenamiento todo a manera digital sin necesidad de tener lugares físicos, e) realidad aumentada basados en procesos gráficos desarrollados mediante un ordenador utilizada para dar soporte a los procesos productivos y a tener una mejor toma de decisiones, f) ciberseguridad, debido a todas las herramientas aplicadas en la nube, se recurre a la ciberseguridad para posibles fraudes o fallos en las bases de datos de internet, g) robots colaborativos, reconocidos por venir a revolucionar los procesos siendo más autónomos y flexibles, h) simulación 3D, implementada para el diseño y análisis de datos resultantes de las empresas para abrir nuevos centros de producción o de logística, i) drones, utilizados para los procesos de logística y manufactura para realizar diferentes tareas como lo son mantenimiento, realizar inventario, realización de picking o transporte de paquetería. (Factoría del futuro, 2023).

METODOLOGÍA

La investigación se desarrolló en una serie de fases dependientes, las cuales permitieron realizar un prototipo funcional con todas las características identificadas que hacen innovador el sistema de almacenamiento como se establece la figura 1:

Figura 1

Fase 1 "Análisis de los sistemas tradicionales de almacenamiento"



Se documentan las funciones, características e impactos de los sistemas de almacenamiento tradicionales, que permiten reconocer el impacto de cada uno, evolución y mejora a lo largo del tiempo.

Fase 2 "Identificación de elementos para la separación y clasificación de cajas"

Se identifican los elementos mecánicos requeridos para automatizar el dispositivo tradicional de la banda transportadora (LapTop para el control de velocidad, Micro Servomotores Sg90, motor a pasos Nema, Sensor de Color TCS3200, Capuchon para sensor de colores, driver para motor a pasos, fuente de alimentación, tarjeta Arduino, Protoboard, Dos eliminadores de 12 Vts, banda antideslizante y solera Patch panel)

Implementación de sensores en bandas transportadora

Se requiere el programa ARDUINO IDE para la intercomunicación de los periféricos con la computadora.

Dentro del programa se configuran los servomotores, motores a pasos y sensor de colores de la siguiente manera:

Se incluyen las librerías para poder detectar servomotores y se declaran las variables necesarias para reconocer dichos elementos (Servo m1, Servo m2)

Se declaran las entradas y salidas para el Driver A4988, que es el que controlará la velocidad y sentido del motor a pasos.

Se definen todas las entradas y salidas del sensor de colores TCS3200, en este caso para reconocer únicamente dos colores (Rojo y Azul) a través de la programación que se muestra en la figura 2.

Figura 2

Programación del sensor de colores

```

1 //SERVOMOTORES
2 #include <Servo.h>
3 Servo m1; //MOVIMIENTO DEL SERVO 1
4 Servo m2; //MOVIMIENTO DEL SERVO 2
5
6 // MOTOR A PASOS (DRIVER A4988)
7 const int dirPin = 4;
8 const int stepPin = 5;
9 const int steps = 48;
10 const int stepDelay = 1000;
11
12
13 //CONFIG TCS A 2 COLORES
14 #define S0 8 // S0 a pin 8
15 #define S1 9 // S1 a pin 9
16 #define S2 11 // S2 a pin 11
17 #define S3 12 // S3 a pin 12
18 #define salidaTCS 13 // salidaTCS a pin 13
19

```

Nota: Se muestra programación del sensor de colores TCS3200 para la identificación de colores Rojo y Azul Asignados a las diferentes mercancías en la cinta transportadora.

Se configuran las condiciones iniciales de cada componente.

Figura 3

Programación de condiciones Iniciales en cada componente como se muestra en la figura 3

```

21 void setup() {
22 // Marcar los pines como salida - step motor
23 pinMode(dirPin, OUTPUT);
24 pinMode(stepPin, OUTPUT);
25
26 //servo
27 m1.attach(2); //Servo 1
28 m2.attach(3); //Servo 2
29
30 //TCS
31 pinMode(S0, OUTPUT); // pin 4 como salida
32 pinMode(S1, OUTPUT); // pin 5 como salida
33 pinMode(S2, OUTPUT); // pin 6 como salida
34 pinMode(S3, OUTPUT); // pin 7 como salida
35 pinMode(salidaTCS, INPUT); // pin 8 como salida
36
37 digitalWrite(S0,HIGH); // establece frecuencia de salida
38 digitalWrite(S1,LOW); // del modulo al 20 por ciento
39
40 Serial.begin(9600); // inicializa monitor serie a 9600 bps
41 }

```

Nota: Programación de condiciones iniciales en cada componente en ARDUINO IDE

Se establece la interfaz que se mostrará en pantalla cada vez que el sensor detecte cajas de color rojo o azul.

Figura 4

Programación Interfaz sensor de caja como se indica en la figura 4

```

94 // Servo a 0°
95 m1.write(5); // Servo1 a 5°
96 m2.write(5); // Servo2 a 5°
97 delay(2000);
98
99 //Cambiamos la dirección hacia IZQUIERDA y aumentamos la velocidad
100 digitalWrite(dirPin, LOW);
101
102
103 // Giramos 48 pulsos para hacer 2 vueltas completas
104 for (int x = 0; x < steps * 8; x++) {
105 digitalWrite(stepPin, HIGH);
106 delayMicroseconds(stepDelay);
107 digitalWrite(stepPin, LOW);
108 delayMicroseconds(stepDelay);
109 }
110 delay(1000);
111
112 } //CIERRA EL PRIMER IF
113

```

Nota: Definición de la interfaz en la pantalla utilizada en el sensor de cajas rojo y azul.

Para configurar el color rojo, se determinan los valores para la iluminación del lugar.

Se configura con los siguientes parámetros: Rojo menor a 220, Azul menor a 175.

Se colocan los servos en posición inicial y luego giran a 5 grados.

Una vez detectado el color rojo, los servos se levantan hasta 75 grados

El servo gira 8 veces en sentido antihorario para lograr un movimiento hacia la derecha.

El servo vuelve a colocarse a 5 grados y regresó a su posición inicial como se indica en la figura 5.

Figura 5

Programación para el movimiento del servomotor

```

43 void loop() {
44 digitalWrite(S2,LOW); // establece fotodiodos
45 digitalWrite(S3,LOW); // con filtro rojo
46 int rojo = pulseIn(salidaTCS, LOW); // obtiene duracion de pulso de salida del sensor
47 delay(200); // demora de 200 mseg
48
49
50 digitalWrite(S2,LOW); // establece fotodiodos
51 digitalWrite(S3,HIGH); // con filtro azul
52 int azul = pulseIn(salidaTCS, LOW); // obtiene duracion de pulso de salida del sensor
53 delay(200); // demora de 200 mseg
54
55 Serial.print("R:"); // muestra texto
56 Serial.print(rojo); // muestra valor de variable rojo
57
58 Serial.print("\t"); // espacio de tabulacion
59
60
61 Serial.print("A:"); // muestra texto
62 Serial.println(azul); // muestra valor de variable azul
63 // y salto de linea

```

Nota: Programación del servomotor para movimiento a 5 grados y su regreso a la posición inicial después de la clasificación de las cajas.

Para configurar el color azul, se determinan los valores para la iluminación del lugar como se muestra en la figura 6 para cumplir con todas las siguientes condiciones:

Se configura con los siguientes parámetros: Azul menor a 120, Rojo menor a 400.

Se colocan los servos en posición inicial y luego giran a 5 grados cada uno.

Una vez detectado el color azul, los servos giran en sentido antihorario 6 vueltas, se levantan hasta 75 grados y posteriormente giran en sentido horario 6 vueltas.

El servo vuelve a colocarse a 5 grados y regresó a su posición inicial.

Figura 6

Configuración Luz Color Azul

```

115 //IDENTIFICA COLOR AZUL
116 else if ( azul < 120 && rojo < 400 ){ // si valores dentro del rango
117   Serial.println("AZUL"); // muestra texto
118
119   m1.write(5); // Servo1 a 5°
120   m2.write(5); // Servo2 a 5°
121   delay(2000);
122
123   //Activar direccion hacia la DERECHA y fijar la velocidad con stepDelay
124   digitalWrite(dirPin, HIGH);
125
126
127   // Giramos 48 pulsos para hacer 2 vueltas completas
128   for (int x = 0; x < steps * 6; x++) {
129     digitalWrite(stepPin, HIGH);
130     delayMicroseconds(stepDelay);
131     digitalWrite(stepPin, LOW);
132     delayMicroseconds(stepDelay);
133   }
134   delay(1000);
135
136   m1.write(110); // Servo1 a 110°
137   m2.write(110); // Servo2 a 110°
138   delay(2000);
139
140   //Cambiamos la direccion hacia IZQUIERDA y aumentamos la velocidad
141   digitalWrite(dirPin, LOW);

```

Nota: Programación de la luz en color azul para el movimiento de las cajas.

Esta secuencia se repetirá todas las veces que se coloque una caja de color rojo o azul dependiendo de la distribución que llegue a la banda transportadora.

Realización de pruebas para separación y clasificación de cajas

Dentro del Laboratorio del Programa de Ingeniería en Logística se desarrollaron las pruebas para generar resultados estadísticos para la segregación de los productos identificados en color azul y rojo.

Después de la configuración de los sensores se realizaron 10 pruebas con la configuración azul y 10 pruebas con la configuración roja, así se muestra en la tabla 1.

Tabla 1

Pruebas realizadas en el laboratorio

No. Prueba	Segregación roja	Segregación azul	Configuración	Observaciones
1	correcto		Rojo	La segregación la realiza de manera correcta en cada una de las configuraciones
2	correcto		Rojo	
3	correcto		Rojo	
4	correcto		Rojo	
5	correcto		Rojo	
6	correcto		Rojo	
7	correcto		Rojo	
8	correcto		Rojo	
9	correcto		Rojo	
10	correcto		Rojo	
11		correcto	Azul	

12		correcto	Azul
13		correcto	Azul
14		correcto	Azul
15		correcto	Azul
16		correcto	Azul
17		correcto	Azul
18		correcto	Azul
19		correcto	Azul
20		correcto	Azul

En donde se demuestra que la configuración de los sensores es correcta y la segregación de las cajas rojas y azules se realiza conforme los parámetros establecidos, con los ajustes indicados anteriormente.

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos decimos que los parámetros de configuración son los correctos.

Identificación de Core Elements aplicados en el dispositivo de almacenamiento 4.0 para operadores logísticos 3PL

Dentro de la logística 4.0 sabemos que se enfoca en un mejor aprovechamiento de las tecnologías, las cuales se enlistan a continuación, así como su intervención durante del desarrollo y las pruebas del dispositivo.

Dentro de la transformación digital debemos identificar que, no solo es un cambio en las tecnologías, sino, también un cambio en las personas y las organizaciones para reconocer sus ventajas y aprovecharlas.

De acuerdo con Medina (2023), el concepto de Big Data consiste en grandes volúmenes de datos estructurados y no estructurados que permiten apoyar en la toma de decisiones de las organizaciones, indistintamente de su tamaño, rubro comercial o industria.

Actualmente está aplicado en la concentración de la información en una base de datos para su configuración. y lo que pretendemos de este core element en la aplicación del dispositivo es que a través del desarrollo del algoritmo pueda predecir la aceptación y la segregación de los productos conforme la configuración del mismo.

Conforme a Flores (2021) indica que el internet de las cosas es la tendencia a utilizar dispositivos que requieran de mantener un enlace directo con un sistema que permita la recolección de información. El término, hace referencia a los sistemas físicos que reciben y transfieren datos a través de redes inalámbricas con poca intervención humana y esto se debe gracias a la integración de los dispositivos informáticos en todo tipo de dispositivos.

Como lo indica Salazar (2020) la IoT trae beneficios de mejora de la gestión y el seguimiento de los activos y de los productos, aumenta la cantidad de información y permite la optimización de los equipos y uso de los recursos que puede traducirse en ahorro de costos. Además, ofrece la oportunidad de nuevos dispositivos interconectados inteligentes y explorar nuevos modelos de negocio.

Este core element fue implementado durante el desarrollo del dispositivo a través de la configuración de los sensores con la programación para que identificara la segregación de las cajas en cada uno de los colores identificados como rojo o azul, ya que se manda la señal al sensor para detectar la configuración de luces y actúa sobre lo ya programado.

Otro Core element empleado es el de Simulación en donde nos indica Avellano (2015) que hay dos tipos de empleo de modelos, por un lado, la simulación basada en reglas, cuyo modelado del sistema se realiza mediante un esquema de representación de objetos con el que modelar los entes del sistema físico y un conjunto de reglas que regirán los cambios de los valores de dichos objetos. Por otro lado, la simulación cualitativa se basa en una representación estructural del sistema y una serie de reglas de comportamiento global.

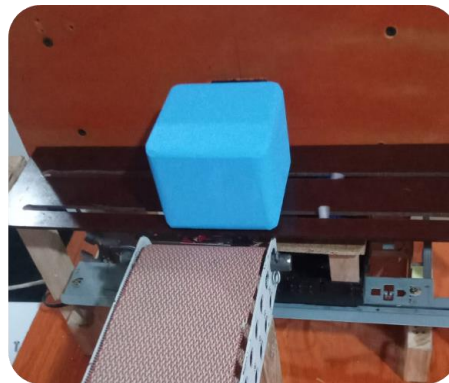
Este core element fue empleado en el dispositivo a través de la representación física del sistema estructurado, pues los sensores fueron programados utilizando un software específico y a través del hardware se pudo identificar la segregación de cada uno de los colores conforme a la configuración.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Una vez implementada la metodología, se desarrolló prototipo funcional como se muestra en la figura 7 en el que la banda transportadora desarrolló la clasificación de cajas de acuerdo a los colores programados para los destinos indicados.

Figura 7

Banda transportadora



Nota: Prototipo Funcional de la banda transportadora, para la clasificación de la mercancía.

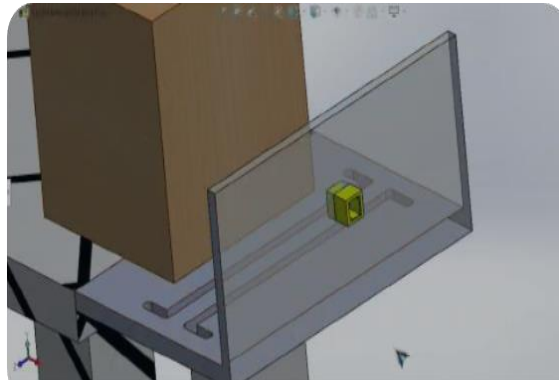
La implementación de este dispositivo a gran escala permitirá a las empresas tomar decisiones de manera ágil y visualizar sus indicadores de despacho en tiempo real.

Otra de la ventaja es la disminución a los indicadores de vejez del inventario que pueden llegar a ser críticos en los servicios 3PL, hasta con el 15 o 20 por ciento de pérdidas en el producto o el incremento de costos logísticos por una clasificación incorrecta en el despacho que puede requerir una logística inversa.

Por otra parte, se puede incrementar la rotación del producto hasta en un 10 por ciento con los tiempos estandarizados para el movimiento de las unidades y ajustar a través de la simulación del proceso, dónde se puedan establecer diferentes tiempos y sus resultados como se observa en la figura 8.

Figura 8

Simulación del comportamiento de tiempos en la banda transportadora



Nota: Uso de la simulación para la banda transportadora mediante Flexsim.

CONCLUSIÓN

El desarrollo de este dispositivo de almacenamiento 4.0 para operadores 3PL tiene un gran impacto en la industria de cualquier giro, ya que permite la segregación de los productos, en esta primera fase de capacitación en laboratorio de logística y los resultados plasmados en esta investigación dan pauta a la ampliación del dispositivo para considerar defectos, colores y ampliar la gama de segregación o aceptación para aumentar la eficiencia de los almacenes con la aplicación de los core elements de la industria 4.0, sabemos que la revolución industrial exige a los mercados entregas rápidas, en excelente condiciones y estar preparados para las exigencias de nuestros clientes.

REFERENCIAS

Del libro: Marketing, Sexta Edición, de Lamb Charles, Hair Joseph y McDaniel Carl, International Thomson Editores S.A., 2002, Pág. 383

Del Val Román, J. L. (2016, March). Industria 4.0: la transformación digital de la industria. In Valencia: Conferencia de directores y Decanos de Ingeniería Informática, Informes CODDII. <https://www.inegi.org.mx/temas/transportes/>

Flamarique, S. (2019). Manual de gestión de almacenes: (ed.). Marge Books. <https://elibro.net/es/lc/biblioitesa/titulos/111434>

Granillo-Macías, R., González-Hernández, I. J., & Santana-Robles, F. (2019). Operadores logísticos. Ingenio y Conciencia Boletín Científico de la Escuela Superior Ciudad Sahagún, 6(11), 44-48.

Martínez Aguiló, J. (2019). Industria 4.0: la transformación digital en la industria: (ed.). Editorial UOC. <https://elibro.net/es/lc/biblioitesa/titulos/113336>

MEDINA LA PLATA, E. H. Big data: los datos como generadores de valor. 1. ed. Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC), 2023. 92 p. Disponible en: <https://elibro.net/es/ereader/biblioitesa/231338?page=10>. Consultado en: 07 Dec 2023

Mernissi-Oulad-Khdar, O. (2020). Sistema de transmisión de una cinta transportadora.

Rodal Montero, E. (2020). Industria 4.0: conceptos, tecnologías habilitadoras y retos: (1 ed.). Difusora Larousse - Ediciones Pirámide. <https://elibro.net/es/lc/biblioitesa/titulos/216140>

Servera Francés, D. (2010). Concepto y evolución de la función logística. Innovar, 20(38), 217-234.

Tormo Martínez, L. (2021). Diseño de cinta transportadora para desinfección por UV (Doctoral dissertation, Universitat Politècnica de València).