

**Optimización del sistema SCADA para la gestión integral de troqueladoras en
Carbolsas S.A.S**

Diego Andrés Niño Bautista, Sebastián Murcia Orozco

**Trabajo de grado para optar por el título de Especialista en Automatización
Industrial**

Director

Kelly Johanna Niño Sandoval

Especialista en Automatización industrial

Universidad Santo Tomas, Bucaramanga

División Ingenierías y Arquitectura

Especialización en Automatización Industrial

2025

Contenido

Introducción	6
1. Justificación	7
2. Identificación de la problemática.....	7
3. Marco de referencia	8
4. Objetivo general.....	10
5.1. Objetivos específicos	10
5. Metodología	10
6. Desarrollo.....	13
7. Resultados y discusiones.....	23
8. Conclusiones.....	26
Referencias.....	28

Lista de figuras

Figura 1: <i>Diagrama del SCADA MISA instalado en la empresa de Carbolsas S.A.S.....</i>	12
Figura 2: <i>Diagrama de funcionamiento de asignación de operarios</i>	15
Figura 3: <i>Visualización del Dashboard de los parámetros y botones.</i>	17
Figura 4: <i>Entradas de datos para asignación de una orden</i>	18
Figura 5: <i>función del botón confirmar.</i>	19
Figura 6: <i>Guía como realizar entregas parciales.</i>	19
Figura 7: <i>Guía como finalizar una orden.</i>	20
Figura 8: <i>Diagrama de funcionamiento de codificación de troqueles.</i>	21
Figura 9: <i>Conexiones de la placa RFID y la ESP32.</i>	22
Figura 10: <i>Código del troquel instalado en la troqueladora número 4.....</i>	23
Figura 11: <i>ID de cada operario que trabaja en la troqueladora.</i>	23
Figura 12: <i>Dashboard de node-red donde se opera y asignan las órdenes de producción...</i>	24
Figura 13: <i>Información del Node-Red pasada al MySQL.</i>	24
Figura 14: <i>Ranura donde se ubicó la RFID para la toma de datos de la troqueladora, con sus respectivas protecciones.</i>	25
Figura 15: <i>Dashboard donde se podrá observar los troqueles instalados en cada máquina..</i>	26

Resumen

El presente Trabajo busca la optimización del SCADA MISA ya realizado en la empresa Carbolsas S.A.S. Esto se realiza con el objetivo principal de extender la información útil que se puede obtener, pasando de solo obtener los estados operativos de las máquinas a recopilar la información de las órdenes del cliente, los troqueles utilizados para su instalación y los operarios asignados a cada orden junto a la máquina la cual van a trabajar. Esto se piensa implementar utilizando IoT, conectando las ESP32 ya instaladas en la empresa junto a un RFID en cada máquina y unas tarjetas instaladas en cada troquel para poder saber en cuál máquina está cada uno, para el caso de los operarios se les dará una ID con un código de barras que se escaneará con una pistola de este tipo para que el operario principal asigne a cada trabajador a cada orden y máquina que se desea ejecutar.

Palabras clave: sistema SCADA, IoT, Node-RED

Abstract

This project aims to optimize the existing SCADA MISA system at Carbolsas S.A.S. The primary objective is to extend the useful information obtained, transitioning from merely capturing the operational states of machines to collecting detailed data on customer orders, the dies used for installation, and the operators assigned to each order and machine. The implementation will utilize IoT, connecting the already installed ESP32 devices with RFID on each machine and cards on each die to identify their respective machines. Operators will be given an ID with a barcode, which will be scanned with a barcode scanner to assign each worker to the desired order and machine.

Keywords: SCADA system, IoT, Node-RED

Introducción

La mejora de la productividad y eficiencia de los procesos en las empresas es un objetivo esencial para mantenerse competitivo en el mercado y garantizar el crecimiento y sostenibilidad a largo plazo. Por lo tanto, se requiere tener un correcto monitoreo y control del material.

Para ello la empresa Carbolsas S.A.S que se enfoca en crear cajas de cartón por orden de cliente y necesita un sistema que le permita monitorear el estado de sus máquinas en tiempo real para evitar pérdidas de material, conocer los tiempos de trabajo que están empleando los operarios y tener un mejor control del inventario para evitar pérdidas.

Por eso en este informe se busca un método que permita satisfacer las necesidades actuales de la empresa, por medio de un sistema que cumplan con los requerimientos.

1. Justificación

La integración de estas nuevas funcionalidades en el sistema SCADA permitirá a Carbolsas S.A.S optimizar sus procesos de producción, mejorar la trazabilidad de las órdenes y aumentar la eficiencia operativa. Además, proporcionará una herramienta valiosa para la toma de decisiones basada en datos precisos y actualizados, contribuyendo a la mejora continua de la empresa, Una vez implementado lo anterior se podrá tener un mejor control de los tiempos, órdenes y del material que se utilice en cada uno de los ciclos de producción de la empresa.

2. Identificación de la problemática

En la empresa Carbolsas S.A.S, se ha implementado un sistema SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) para monitorear el estado de las troqueladoras. Este sistema permite detectar y registrar los estados operativos de cada máquina, almacenando esta información en una base de datos. Sin embargo, se ha identificado la necesidad de enriquecer este sistema con información adicional que permita una gestión más integral y detallada de las operaciones, para esto se decidió buscar la manera de obtener información de las órdenes de producción, los operarios asignados a cada una de las órdenes y máquina y los troqueles específicos que se están utilizando, esto para obtener una mejor gestión eficiente y precisa de los recursos y procesos de producción, que afecten la productividad y la calidad del producto final.

3. Marco de referencia

En este proyecto se basa principalmente en el uso de la placa ESP32 junto a Nodered para realizar un sistema S.C.A.D.A utilizando I.O.T.

Palabras/Conceptos Claves del Proyecto:

Base de datos: Una base de datos es un conjunto organizado de datos, generalmente almacenado y accesible electrónicamente desde un sistema informático. Las bases de datos permiten el almacenamiento, la recuperación y la gestión eficientes de los datos, y son fundamentales para aplicaciones que manejan grandes cantidades de información [4].

ESP32: El ESP32 es un microcontrolador económico y eficiente creado por Espressif Systems. Integra Wi-Fi y Bluetooth, lo que lo convierte en una opción perfecta para aplicaciones de Internet de las Cosas (IoT). Su versatilidad y capacidad de procesamiento hacen que el ESP32 sea muy popular en proyectos de automatización y dispositivos conectados [2].

HMI: interfaz hombre-máquina (HMI) es un medio a través del cual los operadores interactúan con los sistemas de control y maquinaria industrial. Los HMIs pueden incluir pantallas táctiles, paneles de control y software especializado que permiten a los usuarios monitorear y controlar procesos y equipos [2].

Internet of things (I.O.T): El Internet de las cosas (IoT) son dispositivos físicos que se conectan a internet y su función es recopilar e intercambiar datos, permitiendo una mejor eficiencia y automatización en diferentes sectores [4].

M.Q.T.T: (Message Queuing Telemetry Transport) es un protocolo de mensajería ligero y de publicación-suscripción diseñado para la transmisión de mensajes entre dispositivos con recursos limitados y redes con anchos de banda restringidos. Se utiliza

bastante para aplicaciones que requieren internet de las cosas debido a su eficiencia y bajo consumo de energía. MQTT permite que los dispositivos se comuniquen de manera fiable y en tiempo real a través de un intermediario llamado "broker", que gestiona la distribución de mensajes entre los clientes suscriptores y publicadores [5].

MySQL: es un sistema de gestión de bases de datos, y es de código abierto. Es utilizado para almacenar, organizar y recuperar grandes cantidades de datos de manera eficiente. MySQL es conocido por su fiabilidad, rendimiento y facilidad de uso, se utiliza bastante en aplicaciones web [4].

Node-RED: es una herramienta de desarrollo basada en flujos que facilita la integración de hardware y servicios en línea. Creada inicialmente por IBM, ofrece una interfaz visual que permite a los usuarios conectar nodos (que representan hardware y servicios) en un flujo de trabajo de forma sencilla utilizando programación visual [3].

Sistema S.C.A.D.A: Un sistema S.C.A.D.A es una arquitectura de control de procesos industriales y de infraestructura, que permite supervisar, controlar y recopilar datos de equipos y procesos en tiempo real. Utiliza una combinación de hardware y software para controlar dispositivos industriales y recopilar datos, los cuales son visualizados por los operadores para tomar decisiones informadas [2].

Wi-Fi Network: es una red inalámbrica que utiliza ondas de radio para proporcionar conexiones de red y acceso a Internet. Las redes Wi-Fi son comúnmente utilizadas en hogares, oficinas y lugares públicos para permitir la conectividad sin necesidad de cables [5].

4. Objetivo general

Desarrollar una extensión del sistema SCADA existente que integre información detallada sobre las órdenes de los clientes, los operarios asignados a cada orden y los troqueles instalados en las máquinas, con el fin de mejorar la gestión y control de los procesos de producción en Carbolsas S.A.S.

5.1. Objetivos específicos

Incorporar al sistema SCADA la capacidad de registrar y visualizar información detallada sobre las órdenes de producción, incluyendo el cliente, el tipo de producto y la cantidad solicitada.

Implementar un módulo que permita registrar y monitorear qué operario está trabajando en cada orden de producción, facilitando la trazabilidad y la gestión de recursos humanos.

Desarrollar una funcionalidad que permita identificar y registrar los troqueles específicos que se están utilizando en cada máquina, mejorando el control de calidad y la planificación de mantenimiento.

5. Metodología

Para la correcta metodología de este proyecto, se decidió realizar los siguientes parámetros, con el objetivo de una buena implementación de este:

- **Análisis de Requerimientos:** Realizar un análisis detallado de los requerimientos funcionales y no funcionales para la integración de las nuevas tecnologías a implementar en el sistema SCADA.

En este apartado del proyecto se recalca lo que la empresa Carbolas S.A.S necesita para poder optimizar la obtención de datos de cada una de las órdenes. Por lo cual, es necesario responder dos puntos importantes:

1. ¿Cómo se podría asignar cada una de las órdenes a los operarios de tal forma que se tenga un registro de cada orden?
2. ¿Cómo se puede saber qué troqueles se encuentran instalados en cada troqueladora para conocer los tiempos de instalación de cada operario a la hora de la preparación del troquelado?

Como en la empresa Carbolsas S.A.S ya se encuentra instalado un sistema SCADA con una ESP32 instalada en cada troqueladora y conectada por wifi al Dash-board en Nodered y que a su vez cuenta con una base de datos en MySQL, este proyecto se tomó en base a lo ya trabajado.

Para las ordenes de los operarios y generar registro es necesario una base de datos, así que la metodología para la obtención de información sería que cada orden sea registrada por medio de una persona la cual es la encargada de asignar las ordenes de cada trabajador, para ello sería necesario usar la ya existente dashboard del node red.

En el caso de los troqueles es necesario un identificador único que permita diferenciar cada uno de los troqueles y un sensor instalado en las máquinas para que reconozca que tipo de troquel ha sido instalado.

- Diseño del Sistema: Elaborar un diseño técnico que contemple la arquitectura del sistema, la integración con la base de datos existente y la interfaz de usuario.

Para ello se necesita tomar los diseños anteriores de lo ya instalado en las troqueladoras los cuales son los siguientes:

Figura 1 : *Diagrama del SCADA MISA instalado en la empresa de Carbolsas S.A.S*



Una vez observado el funcionamiento del sistema, se decide que la mejor forma para trabajar es utilizar de base la programación en el node-red y su conexión con la base de datos para guardar la información.

En el caso de los troqueles sería adaptar un sensor y que este se comuniquen con la ESP32 para que por medio del SCADA MISA envíe esa información al Node-Red.

6. Desarrollo

La empresa Carbolsas S.A.S. busca optimizar su sistema SCADA para mejorar la gestión de las troqueladoras. Para lograr esto, es esencial obtener datos en tiempo real sobre el estado operativo de las máquinas. Además, se necesita un sistema que permita registrar y visualizar información detallada sobre las órdenes de producción, incluyendo datos como el cliente, el tipo de producto y la cantidad solicitada. Este nivel de detalle es vital para asegurar una gestión eficiente y precisa de los recursos y procesos de producción.

Otro aspecto importante es la asignación de operarios. Es necesario monitorear y registrar qué operario está trabajando en cada orden de producción. Esto no solo facilita la trazabilidad, sino que también mejora la gestión de recursos humanos, permitiendo una asignación más eficiente de las tareas y un mejor control del tiempo de trabajo.

Asimismo, la identificación y registro de los troqueles específicos utilizados en cada máquina es una prioridad. Conocer qué troquel está instalado en cada troqueladora en cualquier momento dado es crucial para la planificación del mantenimiento y el control de calidad. Esto asegura que los procesos de producción se realicen de manera óptima y que cualquier problema pueda ser identificado y resuelto rápidamente.

Para cumplir con estos requisitos, se deben agregar varias variables a la base de datos existente. Estas incluyen el estado operativo de las máquinas, detalles de las órdenes de producción, información de los operarios y datos de los troqueles. Por ejemplo, se debe registrar el estado operativo de cada troqueladora en tiempo real, así como detalles

específicos de cada orden de producción, como el cliente, el tipo de producto, la cantidad solicitada, y las fechas y horas de inicio y finalización.

En cuanto a los operarios, es necesario registrar su ID, nombre, las órdenes asignadas y la máquina en la que están trabajando. Para los troqueles, se debe registrar su ID, tipo, la máquina en la que están instalados, y las fechas y horas de instalación y retiro.

Con estos requisitos y variables claramente definidos, se puede seleccionar el hardware y software adecuados para la implementación del proyecto. La elección de dispositivos como el ESP32 y el uso de tecnologías como RFID y Node-RED serán fundamentales para cumplir con los objetivos planteados y asegurar una gestión eficiente y precisa de los procesos de producción en Carbolsas S.A.S. Teniendo en cuenta la metodología mencionada, se fue desarrollando el proyecto abordándose cada paso a seguir.

Desarrollo para el Análisis de requerimientos:

Primero fue necesario el análisis de que tipo de sistemas tanto de hardware y software eran necesarios para la implementación de este proyecto y que sean fácilmente adaptables a las tecnologías presentes en la empresa, en el caso de Software, la empresa ya trabajaba con dos programas principales, Node-red para mostrar la información en la pantalla de un computador y MySQL para guardar la información en la base de datos, por esa razón se decidió trabajar sobre lo ya implementado anteriormente en la empresa. En el caso del Hardware, se decidió utilizar una RFID porque es compatible con los ESP32 ya instalados en cada una de las troqueladoras. Los RFID siempre detectan los códigos únicos de una tarjeta o chip, por ello se instaló cada una de estas tarjetas y chips en cada uno de los troqueles para

poder identificarlos, entonces cuando el RFID detecta una tarjeta, muestra esa información en el Dashboard del Node-red y luego pasa esa información a la base de datos de MySQL.

Para la organización y asignación de órdenes, fue necesaria la capacitación de un operario principal que escriba en el Dashboard del node-red las órdenes que se desean ejecutar luego escanee con una pistola de código de barras una ID de cada operario, el número de láminas entregados y luego sea el encargado de subir esa información a la base de datos. Con ello se tendrá una mejor organización a la hora de tomar y organizar los tiempos de trabajo de una nueva orden.

Diseño del sistema:

El siguiente diagrama demuestra el funcionamiento del sistema para la asignación de órdenes y máquinas por cada operario:

Figura 2: *Diagrama de funcionamiento de asignación de operarios*

Programación del Dashboard del Node-Red:

Node-RED es una herramienta de desarrollo basada en flujos que permite la integración de hardware y servicios en línea mediante una interfaz visual. En este proyecto, Node-RED se utilizó para crear un dashboard que facilitara la gestión de las órdenes de producción y la asignación de operarios en Carbolsas S.A.S.

Intercambio de Datos en Node-RED

El intercambio de datos en Node-RED se realizó mediante nodos, que son bloques funcionales que pueden representar entradas, salidas, funciones, y más. Estos nodos se conectaron entre sí para formar flujos de datos. Cada nodo tenía una función específica y podía procesar, transformar o enrutar los datos que recibía.

En nuestro caso, diseñamos un dashboard con varias entradas y botones que permitían a los operarios interactuar con el sistema SCADA. A continuación, se explica cómo se estructuró este dashboard y cómo se realizó el intercambio de datos.

Estructura del Dashboard

El dashboard de Node-RED incluyó las siguientes entradas y botones:

- Entradas de Datos:
 - a. ID del Operario: Permitía ingresar el identificador del operario.
 - b. Número de Máquina: Permitía seleccionar la máquina asignada.
 - c. Número de Orden: Permitía ingresar el número de la orden de producción.
 - d. Número de Láminas: Permitía ingresar la cantidad de láminas entregadas.
- Botones de Acción:

- a. Confirmar: Creaba una nueva orden de producción.
- b. Entrega Parcial: Registraba una entrega parcial de láminas.
- c. Finalizar Orden: Marcaba la orden como completada.

A continuación, una imagen de como se ve esta estructura

Figura 3: *Visualización del Dashboard de los parámetros y botones.*

The image shows a web interface titled 'Inicio de orden' in blue text. On the left side, there are four input fields with labels: 'Num_ord', 'Operario', 'Num_maq', and 'Numero de Lamina'. To the right of these fields are three blue buttons stacked vertically, labeled 'CONFIRMAR', 'ENTREGA PARCIAL', and 'FINALIZACIÓN' in white capital letters.

- **Funcionamiento del Dashboard**

Cuando un supervisor ingresaba los datos en las entradas correspondientes y presionaba uno de los botones de acción, Node-RED procesaba esta información y la enviaba a la base de datos MySQL como lo indica la figura . A continuación, se detalla el proceso para cada botón:

- **Botón Confirmar:**

- a. Verificaba que el número de máquina fuera válido (entre 1 y 7).
- b. Tomaba el ID del operario y el número de máquina ingresados.
- c. Guardaba esta información globalmente para que pudiera ser consultada por otros nodos.

d. Asignaba la orden al operario y la máquina seleccionados.

- Botones Entrega Parcial y Finalizar Orden:

Ambos botones utilizaban un nodo MySQL para conectarse a la base de datos.

Verificaban si el número de orden existía en la base de datos.

Registraban la entrega parcial o marcaban la orden como completada según correspondiera.

Ejemplo de Flujo de Datos

Para ilustrar cómo funcionó el intercambio de datos en Node-RED, consideremos el siguiente flujo:

1. Un supervisor ingresaba el ID del operario, el número de máquina y el número de orden.

Figura 4: Entradas de datos para asignación de una orden

Inicio de orden

AQUI EL SUPERVISOR DIGITA EL NUMERO DE ORDEN	Num_ord	CONFIRMAR
AQUI EL SUPERVISOR ESCANEA EL ID DEL OPERARIO	Operario	ENTREGA PARCIAL
AQUI EL SUPERVISOR ASIGNA AL OPERARIO UNA MAQUINA	Num_maq	FINALIZACIÓN
	Numero de Lamina	

2. Al presionar el botón "Confirmar", Node-RED verificaba los datos ingresados y los guardaba en la base de datos.

Figura 5: *función del botón confirmar.*

Inicio de orden

Num_ord
4557

Operario
1005024900

Num_maq
3

Numero de Lamina

CONFIRMAR

ENTREGA PARCIAL

FINALIZACIÓN

una vez se presiona el botón confirmar se manda el numero de orden, la ID del operario y el numero de la maquina asignada a la base de datos

3. Si se realizaba una entrega parcial, el operario debía digitar la cantidad de láminas y luego presionaba el botón "Entrega Parcial", y Node-RED actualizaba la base de datos con la cantidad de láminas entregadas.

Figura 6: *Guía como realizar entregas parciales.*

Inicio de orden

Num_ord
4557

Operario
1005024900

Num_maq
3

Numero de Lamina
500

CONFIRMAR

ENTREGA PARCIAL

FINALIZACIÓN

1° primero el operario indica cuantas laminas se han troquelado

2° segundo el operario presiona el botón de entrega parcial para actualizar la base de datos.

4. Una vez completada la orden, el operario presionaba el botón "Finalizar Orden", y

Node-RED marcaba la orden como completada en la base de datos.

Figura 7: Guía como finalizar una orden.

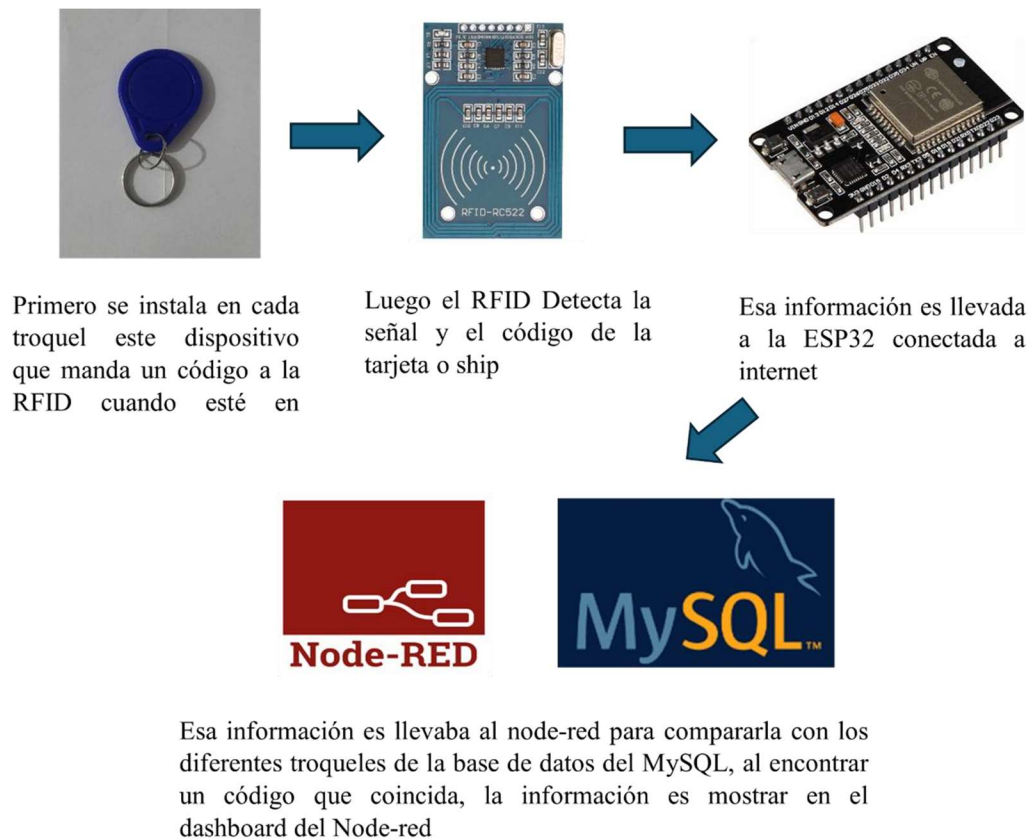


Este flujo aseguraba que toda la información relevante sobre las órdenes de producción y la asignación de operarios se registrara y gestionara de manera eficiente.

Sistema para reconocer el número del troquel que se encuentra asignado en cada máquina.

El siguiente diagrama busca explicar el paso a paso de lo que se realizó para reconocer y guardar la información de cada uno de los troqueles y la máquina a la que está asignado.

Figura 8: Diagrama de funcionamiento de codificación de troqueles.



Programación e implementación de los módulos RFID en las troqueladoras y su conexión a la ESP32.

Para la programación se tomaron en cuenta código libre para poder tomar adecuadamente los pines de la placa RFID y conectarla a la ESP32. Las conexiones físicas se realizaron de la siguiente manera:

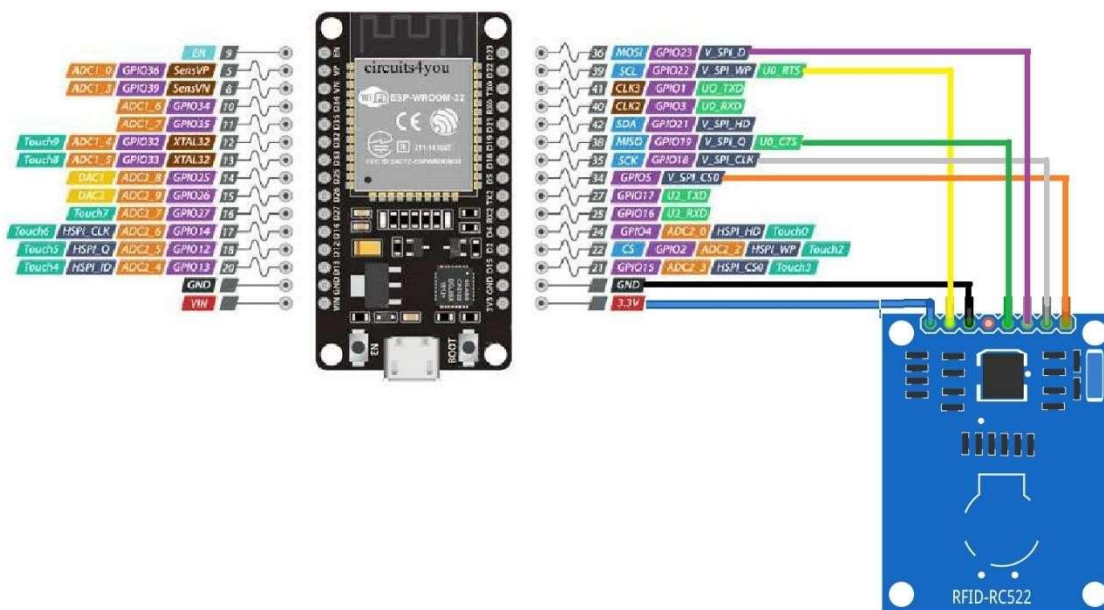
Figura 9: Conexiones de la placa RFID y la ESP32.

Figura 10: Código del troquel instalado en la troqueladora número 4.



7. Resultados y discusiones

Se realizó una ID específica para cada trabajador para que esta pueda escanearse con una pistola de código de barras.

Figura 11: ID de cada operario que trabaja en la troqueladora.



Se realizó la siguiente interfaz que permite escribir toda la información a la base de datos del MySQL. En ella el operario encargado, digita un número de orden, La máquina que se asignará, con la pistola escaneará el código de barras para poner el nombre del operario y

escribir el número de láminas en caso de entregas parciales, así como tener un registro de todos los operarios en todas las troqueladoras.

Figura 12: *Dashboard del node-red donde se opera y asignan las órdenes de producción.*

The dashboard is divided into three main sections:

- Inicio de orden:** Contains four input fields: 'Num_ord', 'Operario', 'Num_maq', and 'Numero de Lamina'. To the right of these fields are three blue buttons: 'CONFIRMAR', 'ENTREGA PARCIAL', and 'FINALIZACIÓN'.
- Última orden asignada:** Contains two input fields: 'Número de Orden' and 'Número de máquina', followed by an 'Operario' field.
- Operarios asignados:** A vertical list of seven 'Troqueladora' units, numbered 1 through 7.

Y, por último, La tabla que se genera en el MySQL que es donde guarda toda la información de los operarios y permite hacer cálculos de los tiempos de trabajo de cada uno.

Figura 13: *Información del Node-Red pasada al MySQL.*

The screenshot shows the MySQL Workbench interface with a query executed: `SELECT * FROM bd_datos_pcc.ordenes_operario;` The result is displayed in a grid with the following data:

id	id_operario	numero_orden	fecha_asignacion	estado	numeromaquina	numerolaminas	numero_parciales
119	890	4321	2024-10-04 19:24:49	2	7	500	1
120	890	4321	2024-10-04 19:24:55	2	7	500	2
121	890	4321	2024-10-04 19:25:00	3	7	500	2
122	890	666	2024-10-06 13:53:09	1	7	0	0
123	890	666	2024-10-06 13:53:08	2	7	500	1
124	890	666	2024-10-06 13:53:43	2	7	900	2
125	890	666	2024-10-06 13:53:51	3	7	900	2
126	890	9000	2024-10-06 13:54:29	1	7	0	0
127	890	90001	2024-10-06 13:55:50	1	7	0	0
128	1234567	56784	2024-10-21 22:58:09	1	7	0	0
129	1234567	56784	2024-10-21 22:58:28	2	7	0	1
130	1234567	56784	2024-10-21 22:58:31	2	7	0	2
131	1234567	56784	2024-10-21 22:58:33	2	7	0	3
132	1234567	56784	2024-10-21 22:58:35	2	7	0	4

En la anterior imagen se realizó las pruebas para asegurar que la información en el Node-Red sea enviada correctamente a la base de Datos de MySQL por lo que todo operó correctamente

Una vez terminado el sistema de asignación de órdenes, se continúa con el sistema RFID que detectará los troqueles instalados en cada troqueladora y mandará la información a una base de datos de MySQL.

Figura 14: *Ranura donde se ubicó la RFID para la toma de datos de la troqueladora, con sus respectivas protecciones.*



En la anterior imagen se muestra la RFID instalada en una barra metálica, esta barra es la que deja fija el troquel y sube y baja a través de un tornillo sin fin, se hizo esta instalación así con el objetivo de que la RFID siempre esté alineada a donde tendrán cada troquel su respectivo ship/tarjeta.

En el caso de Node-Red se podrá ver el troquel instalado en la siguiente parte.

Figura 15: Dashboard donde se podrá observar los troqueles instalados en cada troqueladora.



Estados Troqueladoras			
Troqueladora 1	Troqueladora 2	troqueladora 3	Troqueladora 5
Troqueladora 1	Troqueladora 2	Troqueladora 3	Troqueladora 5 motorApagado
Troquel instalado	Troquel instalado	Troquel instalado	Troquel instalado
Troqueladora 6	Plastificadora	Troqueladora 4	
Troqueladora 6	Número Láminas:	Troquel instalado	
Troquel instalado		Troqueladora 4	

8. Conclusiones

Automatización del Registro de Operarios: La utilización de RFID y pistolas de código de barras ha permitido realizar un seguimiento preciso de cada operario, asignando tareas y registrando la información de manera rápida y eficiente. El sistema ha demostrado ser capaz de identificar a los operarios con cada troquel y registrar automáticamente los datos necesarios

Interfaz y Comunicación con la Base de Datos: La interfaz desarrollada para la captura de datos es intuitiva y permite una interacción fluida con la base de datos MySQL. Esta ha permitido registrar información de los operarios, las órdenes de trabajo y las máquinas asignadas a cada tarea de manera eficiente. Los datos se almacenan correctamente en la base de datos, lo que facilita la consulta y análisis posterior.

Pruebas de Funcionamiento: Durante el proceso de implementación, se realizaron pruebas para asegurar que los datos fueron enviados correctamente desde Node-RED hacia la

base de datos MySQL. Los resultados de estas pruebas fueron satisfactorios, garantizando la correcta transmisión de los datos y la integridad de la información almacenada.

Sistema RFID y Asignación de Troqueles: La integración del sistema RFID ha permitido identificar y registrar automáticamente los troqueles instalados en cada troqueladora, asegurando un flujo de trabajo más eficiente y evitando posibles errores en la asignación y control de estos elementos.

Referencias

- [1]. W. Prada “Entrevista sobre la reseña, visión y misión de la empresa Carbolsas S.A.S”
entrevista realizada por Diego Niño, febrero 24, 2024
- [2] L. Aghenta and M. Iqbal, "Low-Cost Open Source IoT-Based SCADA System Design
Using Thingier.IO and ESP32 Thing", *Electronics*, vol. 8, no. 8, pp. 822, 2019.
- [3]. M. Lekić and G. Gardašević, "IoT sensor integration to Node-RED platform", *2018 17th
International Symposium INFOTEH-JAHORINA (INFOTEH)*, pp. 1-5, 2018.
- [4]. V. Pravalika and Ch. Rajendra Prasad, "Internet of Things Based Home Monitoring and
Device Control Using Esp32", *International Journal of Recent Technology and
Engineering (IJRTE)*, vol. 8, no. 4, pp. 58-62, 2019.
- [5]. R. K. Kodali and S. Soratkal, "MQTT based home automation system using ESP8266",
2016 IEEE Region 10 Humanitarian Technology Conference (R10-HTC), pp. 1-5,
2016.
- [6] T. Sharma, S.L. Aarthy. An automatic attendance monitoring system using RFID andIOT
using Cloud. 2016 Online International Conference on Green Engineering
andTechnologies (IC-GET), (Coimbatore, India, 2016).