



UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA  
GESTIÓN DE BIBLIOTECAS



CARTA DE AUTORIZACIÓN

CÓDIGO

AP-BIB-FO-06

VERSIÓN

1

VIGENCIA

2014

PÁGINA

1 de 2

Neiva, 19/01/2022

Señores

CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA

Ciudad

El (Los) suscrito(s):

Edgar Forero Vargas, con C.C. No. 1075305918,

\_\_\_\_\_, con C.C. No. \_\_\_\_\_,

\_\_\_\_\_, con C.C. No. \_\_\_\_\_,

\_\_\_\_\_, con C.C. No. \_\_\_\_\_,

Autor(es) de la tesis y/o trabajo de grado o \_\_\_\_\_

titulado DISEÑO DE UN SISTEMA DE ADQUISICIÓN DE DATOS PARA EL CONTEO DE PREFORMAS DE LA MÁQUINA MG880 DE LA EMPRESA DISTRIBUIDORA PLÁSTICOS SUR S.A.S DE LA CIUDAD DE NEIVA-HUILA

presentado y aprobado en el año 2021 como requisito para optar al título de

Ingeniero Electrónico \_\_\_\_\_;

Autorizo (amos) al CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN de la Universidad Surcolombiana para que, con fines académicos, muestre al país y el exterior la producción intelectual de la Universidad Surcolombiana, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera:

- Los usuarios puedan consultar el contenido de este trabajo de grado en los sitios web que administra la Universidad, en bases de datos, repositorio digital, catálogos y en otros sitios web, redes y sistemas de información nacionales e internacionales "open access" y en las redes de información con las cuales tenga convenio la Institución.
- Permita la consulta, la reproducción y préstamo a los usuarios interesados en el contenido de este trabajo, para todos los usos que tengan finalidad académica, ya sea en formato Cd-Rom o digital desde internet, intranet, etc., y en general para cualquier formato conocido o por conocer, dentro de los términos establecidos en la Ley 23 de 1982, Ley 44 de 1993, Decisión Andina 351 de 1993, Decreto 460 de 1995 y demás normas generales sobre la materia.
- Continúo conservando los correspondientes derechos sin modificación o restricción alguna; puesto que, de acuerdo con la legislación colombiana aplicable, el presente es un acuerdo jurídico que en ningún caso conlleva la enajenación del derecho de autor y sus conexos.

Vigilada Mineducación

La versión vigente y controlada de este documento, solo podrá ser consultada a través del sitio web Institucional [www.usco.edu.co](http://www.usco.edu.co), link Sistema Gestión de Calidad. La copia o impresión diferente a la publicada, será considerada como documento no controlado y su uso indebido no es de responsabilidad de la Universidad Surcolombiana.



# UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA GESTIÓN DE BIBLIOTECAS



## CARTA DE AUTORIZACIÓN

**CÓDIGO**

**AP-BIB-FO-06**

**VERSIÓN**

**1**

**VIGENCIA**

**2014**

**PÁGINA**

**2 de 2**

De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, "Los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores", los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.

EL AUTOR/ESTUDIANTE:

Firma: \_\_\_\_\_

EL AUTOR/ESTUDIANTE:

Firma: \_\_\_\_\_

EL AUTOR/ESTUDIANTE:




Firma: \_\_\_\_\_

EL AUTOR/ESTUDIANTE:

Firma: \_\_\_\_\_

Vigilada Mineducación

La versión vigente y controlada de este documento, solo podrá ser consultada a través del sitio web Institucional [www.usco.edu.co](http://www.usco.edu.co), link Sistema Gestión de Calidad. La copia o impresión diferente a la publicada, será considerada como documento no controlado y su uso indebido no es de responsabilidad de la Universidad Surcolombiana.

	UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA						
	GESTIÓN DE BIBLIOTECAS						
DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO							
CÓDIGO	AP-BIB-FO-07	VERSIÓN	1	VIGENCIA	2014	PÁGINA	1 de 4

**TÍTULO COMPLETO DEL TRABAJO:** DISEÑO DE UN SISTEMA DE ADQUISICIÓN DE DATOS PARA EL CONTEO DE PREFORMAS DE LA MÁQUINA MG880 DE LA EMPRESA DISTRIBUIDORA PLÁSTICOS SUR S.A.S DE LA CIUDAD DE NEIVA-HUILA

**AUTOR O AUTORES:**

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
Forero Vargas	Edgar

**DIRECTOR Y CODIRECTOR TESIS:**

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
Mosquera Cerquera	Vladimir

**ASESOR (ES):**

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
Sendoya Lozada	Diego Fernando
Robayo Betancourt	Faiber Ignacio

**PARA OPTAR AL TÍTULO DE:** Ingeniero Electrónico

**FACULTAD:** Ingeniería

**PROGRAMA O POSGRADO:** Electrónica

**CIUDAD:** Neiva

**AÑO DE PRESENTACIÓN:** 2021

**NÚMERO DE PÁGINAS:** 45

Vigilada Mineducación

La versión vigente y controlada de este documento, solo podrá ser consultada a través del sitio web Institucional [www.usco.edu.co](http://www.usco.edu.co), link Sistema Gestión de Calidad. La copia o impresión diferente a la publicada, será considerada como documento no controlado y su uso indebido no es de responsabilidad de la Universidad Surcolombiana.



UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA  
GESTIÓN DE BIBLIOTECAS

DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO



CÓDIGO

AP-BIB-FO-07

VERSIÓN

1

VIGENCIA

2014

PÁGINA

2 de 4

TIPO DE ILUSTRACIONES (Marcar con una X):

Diagramas\_\_\_ Fotografías\_\_\_ Grabaciones en discos\_\_\_ Ilustraciones en general x Grabados\_\_\_  
Láminas\_\_\_ Litografías\_\_\_ Mapas\_\_\_ Música impresa\_\_\_ Planos\_\_\_ Retratos\_\_\_ Sin ilustraciones\_\_\_ Tablas  
o Cuadros x

SOFTWARE ninguno

MATERIAL ANEXO: Aprobación por parte de la empresa

PREMIO O DISTINCIÓN (En caso de ser LAUREADAS o Meritoria):

PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL E INGLÉS:

<u>Español</u>	<u>Inglés</u>	<u>Español</u>	<u>Inglés</u>
1. <u>Firestore</u>	<u>Firestore</u>	6. <u>Preformas</u>	<u>Preforms</u>
2. <u>Internet de las Cosas</u>	<u>Internet of Things</u>	7. _____	_____
3. <u>Java</u>	<u>Java</u>	8. _____	_____
4. <u>Monitoreo</u>	<u>Monitoring</u>	9. _____	_____
5. <u>Nodemcu32u</u>	<u>Nodemcu32u</u>	10. _____	_____

RESUMEN DEL CONTENIDO: (Máximo 250 palabras)

Este proyecto comprende el diseño e implementación de un sistema de adquisición de datos para el conteo de preformas de la máquina mg880. Se construyó un sistema de detección que detecta el paso de las preformas que circulan a través de la banda transportadora del horno de la máquina mg880 para de esta manera, poder contarlas. Una tarjeta de desarrollo Nodemcu32u es usada para registrar la presencia de la preforma y el envío de esta información por internet a una base de datos en el servidor de Firestore para posteriormente visualizar la presencia de la preforma y el número total de preformas en una interfaz proporcionada por un programa de escritorio realizado en Java.

Vigilada Mineducación

La versión vigente y controlada de este documento, solo podrá ser consultada a través del sitio web Institucional [www.usco.edu.co](http://www.usco.edu.co), link Sistema Gestión de Calidad. La copia o impresión diferente a la publicada, será considerada como documento no controlado y su uso indebido no es de responsabilidad de la Universidad Surcolombiana.



**ABSTRACT:** (Máximo 250 palabras)

This project involves the design and implementation of a data acquisition system to count the preforms of the mg880 machine. A detection system was built to detect the passage and count the preforms that circulate through the oven conveyor belt of the mg880 machine. A Nodemcu32u development board is used to register the presence of the preform and to send this information via internet to a database in the Firebase server. The data on the server is later used to visualize the presence of the preform and the total number of preforms in the user interface of a Java desktop application.

[illegible]

## APROBACION DE LA TESIS

Nombre Presidente Jurado:

Firma:

Nombre Jurado:

Firma:

Nombre Jurado:

Firma:

Faibor Tobayo

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE ADQUISICIÓN DE DATOS PARA EL CONTEO  
DE PREFORMAS DE LA MÁQUINA MG880 DE LA EMPRESA DISTRIBUIDORA  
PLÁSTICOS SUR S.A.S DE LA CIUDAD DE NEIVA-HUILA**

**EDGAR FORERO VARGAS**

**CÓDIGO 20161145609**

**ODCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-1268-2611>**

**CvLAC: 0001747169201910132245**

**UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**PROGRAMA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA**

**2021**

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE ADQUISICIÓN DE DATOS PARA EL CONTEO  
DE PREFORMAS DE LA MÁQUINA MG880 DE LA EMPRESA DISTRIBUIDORA  
PLÁSTICOS SUR S.A.S DE LA CIUDAD DE NEIVA-HUILA**

**EDGAR FORERO VARGAS**

**CÓDIGO 20161145609**

**TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR AL TÍTULO DE  
INGENIERO ELECTRÓNICO**

**DIRECTOR**

**VLADIMIR MOSQUERA CERQUERA**

**UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**PROGRAMA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA**

**2021**



**Notas de aceptación**

---

---

---

---

---

---

---

---

**Firma del jurado**

---

**Firma del jurado**

## **Dedicatoria**

A mis queridos padres Jenny Patricia Vargas y Edgar Forero Vargas  
y mi preciada abuela Graciliana Vargas.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a Dios por darme la vida y brindarme la oportunidad de culminar este proceso académico. A mi familia enormemente a mi hermano Jair Alexander Forero Vargas por estar en los altibajos de este proceso y a todas aquellas personas que estuvieron a mi lado y ayudaron en la obtención de este título. Al Programa de Ingeniería Electrónica de la Universidad Surcolombiana que me ha formado para ser un buen Ingeniero Electrónico. A los profesores del alma mater que han participado en mi formación, en especial a mi director de tesis por su apoyo incondicional al presente trabajo.

## CONTENIDO

<b>GLOSARIO</b>	11
<b>RESUMEN</b>	12
<b>ABSTRACT</b>	13
<b>INTRODUCCIÓN</b>	14
<b>1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b>	15
<b>2. OBJETIVOS</b>	17
2.1. Objetivos generales	17
2.2. Objetivos específicos	17
<b>3. MARCO TEÓRICO</b>	18
3.1. Proceso	19
3.2. Sistema de interconexión	20
3.3. Nube	21
3.4. Terminal	21
<b>4. DISEÑO</b>	22
4.1. Cantidad de preformas	23
4.2. Adquisición de datos	23
4.2.1. Diseño de la infraestructura física de los sensores	23
4.3. Servidor NTP	25
4.4. Sistema de procesamiento	25
4.4.1. Estructura del sistema de procesamiento	25
4.4.2. Diseño de la infraestructura física del sistema de procesamiento	26
4.5. Sistema de alimentación	26
4.5.1. Fases del sistema de alimentación	27
4.5.2. Diseño de la infraestructura del sistema de alimentación	27
4.6. Base de datos	29
4.7. Sistema de registro	30
<b>5. MODELADO DEL SISTEMA</b>	31
5.1. Diagrama de casos de uso	31
5.1.1. Identificación de actores y casos de uso	31
5.1.2. Descripción del modelo de caso de uso	31

5.1.3.	Elaboración del modelo de casos de uso.....	32
<b>6.</b>	<b>IMPLEMENTACIÓN.....</b>	<b>33</b>
6.1.	Implementación de casos de uso .....	33
6.1.1.	Caso de uso 1. Conexión a internet .....	33
6.1.2.	Caso de uso 2. Alerta.....	34
6.1.3.	Caso de uso 3. Conexión al tiempo.....	34
6.1.4.	Caso de uso 4. Adquisición de la variable.....	34
6.1.5.	Caso de uso 5. Comunicación serial.....	34
6.1.6.	Caso de uso 6. Base de datos .....	34
6.1.7.	Caso de uso 7. Monitoreo .....	35
6.2.	Implementación Física .....	35
6.2.1.	Adquisición de la variable de proceso de conteo .....	35
6.2.2.	Módulo de procesamiento y alimentación .....	36
6.3.	Interfaz gráfica .....	37
<b>7.</b>	<b>ANÁLISIS DE RESULTADOS .....</b>	<b>40</b>
7.1.	Análisis de resultados del hardware .....	40
7.2.	Análisis de resultados del software.....	40
<b>8.</b>	<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>42</b>
<b>9.</b>	<b>ANEXOS .....</b>	<b>43</b>
	Anexo 1. Aprobación por parte de la empresa. ....	43
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>		<b>44</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Máquina mg880. ....	16
Figura 2. Diagrama general del sistema de adquisición para el conteo de preformas. ....	18
Figura 3. Partes del MG 880. a) sopladora, b) horno. ....	20
Figura 4. Estructura del diseño del sistema de adquisición para el conteo de preformas. ....	22
Figura 5. Diseño de la infraestructura de los sensores. ....	23
Figura 6. Diagrama de onda asociada a una fuente de luminosa. ....	24
Figura 7. Lentes convergentes. ....	25
Figura 8. Diseño de la infraestructura del Sistema de procesamiento. ....	26
Figura 9. Diseño de la infraestructura del Sistema de alimentación. ....	27
Figura 10. Conector Plug Jack. ....	28
Figura 11. Conector USB micro B. ....	28
Figura 12. Base de datos no relacional. ....	30
Figura 13. Modelo de casos de uso. ....	32
Figura 14. Implementación del caso 4. Sensores transmisores. ....	35
Figura 15. Implementación del caso 4. Sensores receptores. ....	36
Figura 16. Módulo de procesamiento. ....	36
Figura 17. Módulo de alimentación. ....	36
Figura 18. Panel de inicio. ....	37
Figura 19. Panel principal. ....	38
Figura 20. Panel de exportación. ....	38
Figura 21. Servicios. ....	39
Figura 22. Resultado de la interfaz principal en ejecución. ....	41
Figura 23. Resultado de la interfaz de exportación. ....	41
Figura 24. Resultado de la exportación. ....	41

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Estados de información del LED.....	26
--	----

## LISTA DE ANEXOS

Anexo 1: Aprobación por parte de la empresa.....	43
--	----



## GLOSARIO

**Backend:** En aplicaciones de redes de datos es todo aquello que el cliente no observa, es decir, es el cuerpo que da funcionalidad a una aplicación.

**Bases de datos:** En aplicaciones informáticas una base de datos es un almacén que brinda almacenamiento de grandes cantidades de información de manera organizada.

**Botellas PET:** Son aquellos objetos fabricados con tereftalato de polietileno.

**Cliente:** Para sistemas de desarrollo de software un cliente es aquel destinatario de un servidor, es decir, es aquel programa que realiza peticiones para ejecutar ciertas funciones.

**Frontend:** En desarrollo de software un Frontend es la parte de una aplicación que interactúa con los usuarios, también conocida como el lado del cliente.

**GMT:** Es la hora del meridiano de Greenwich y se emplea como referencia horaria.

**JSON:** De sus siglas JavaScript Object Notation, es un formato de texto sencillo para el intercambio de datos.

**Maestro-esclavo:** Es un protocolo de comunicación en el q un dispositivo o proceso controla uno o más de otros dispositivos.

**Mg880:** Máquina semiautomática empleada para la fabricación de botellas por el método de soplado.

**NTP:** Es un protocolo de internet para sincronizar los relojes de los sistemas informáticos.

**Peticiones:** En desarrollo de software un requerimiento son aquellas solicitudes que se hacen entre cliente y servidor.

**Preformas:** Es la forma primaria para la fabricación de envases plásticos, el cual pasa a través de procesos de reblandecimiento para después ser puesto en un molde para posteriormente introducirle aire comprimido para que tome la forma final del envase.

**Servidor:** En sistemas de la computación, un servidor es una máquina física o virtual integrada en una red informática en la que además del sistema operativo funcionan uno o más aplicaciones de red basadas en software.

## RESUMEN

Este proyecto comprende el diseño e implementación de un sistema de adquisición de datos para el conteo de preformas de la máquina mg880. Se construyó un sistema de detección que detecta el paso de las preformas que circulan a través de la banda transportadora del horno de la máquina mg880 para de esta manera, poder contarlas. Una tarjeta de desarrollo Nodemcu32u es usada para registrar la presencia de la preforma y el envío de esta información por internet a una base de datos en el servidor de Firebase para posteriormente visualizar la presencia de la preforma y el número total de preformas en una interfaz proporcionada por un programa de escritorio realizado en Java.

**Palabras claves:** Firebase, Internet de las Cosas (IoT), Java, Monitoreo, Nodemcu32u, Preformas.

## ABSTRACT

This project involves the design and implementation of a data acquisition system to count the preforms of the mg880 machine. A detection system was built to detect the passage and count the preforms that circulate through the oven conveyor belt of the mg880 machine. A Nodemcu32u development board is used to register the presence of the preform and to send this information via internet to a database in the Firebase server. The data on the server is later used to visualize the presence of the preform and the total number of preforms in the user interface of a Java desktop application.

**Keywords:** Firebase, Internet of Things (IoT), Java, Monitoring, Nodemcu32u, Preforms.

## INTRODUCCIÓN

Durante las últimas décadas el mundo ha estado en constante evolución por la aparición de nuevas tecnologías de comunicación e internet y su realización en la red mundial ha permitido ir mejorando la interacción entre personas y el entorno digital<sup>1</sup> logrando facilitar y optimizar procesos industriales.

Los sistemas de adquisición de datos facilitan la interacción entre las máquinas y las personas porque la información del mundo analógico que es aprehensible para las personas, difícil de entender para una máquina. El funcionamiento de los sistemas de adquisición de datos permite conocer y analizar el entorno con ayuda de instrumentos como sensores para así tomar acción de los procesos o eventos monitoreados ante cualquier eventualidad.

La empresa Distribuidora Plásticos Sur S.A.S, tiene como actividad principal la fabricación y comercialización de botellas plásticas PET en la ciudad de Neiva. Para la fabricación de botellas plásticas se emplea la máquina semiautomática mg880 la cual usa técnicas de soplado para la elaboración del producto. Esta máquina cuenta con dos operarios que tienen la función de movilizar las preformas y llevar un registro manual de la producción.

Los registros manuales generados por los operarios son fuente de información para el jefe de producción ya que brindan datos para el análisis de desempeño. El objetivo principal de este proyecto es el diseño e implementación de un sistema de monitoreo en tiempo real del número de preformas del horno de la máquina mg880 el cual dará mayor confianza de realizar el desempeño del operario encargado del horno de la máquina anteriormente mencionada.

Este proyecto se organiza de la siguiente manera. Primero, se presenta la contextualización del tema a trabajar y la solución planteada. Segundo, se exponen los métodos de diseño e implementación del sistema de monitoreo para la solución de la problemática. Finalmente, el tercero se presentan los resultados y conclusiones de la manipulación del sistema de monitoreo empleando un usuario.

---

<sup>1</sup> Juliet Díaz Lazo, M. A. (2 de 12 de 2010). impact of information technology and communications (ict) to reduce the digital divide in today's society.

## 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Para cualquier empresa el control de la producción implica compromiso y organización por parte de los trabajadores y en la mayoría de los casos es necesario la capacitación del personal, el mantenimiento a los equipos y la actualización de la maquinaria para poder así mantenerse en un mundo competitivo.

Al sur del municipio de Neiva capital del departamento del Huila están ubicadas las instalaciones de la empresa Distribuidora Plásticos Sur S.A.S que se encarga de fabricar y comercializar envases PET con altos estándares de calidad<sup>2</sup>. Para la máquina semiautomática mg880 se requieren dos operarios encargados del correcto funcionamiento del horno y la sopladora que son las dos secciones fundamentales de la máquina mg880. El operario encargado de la sección del horno debe poner las preformas al horno para posteriormente ubicar la preforma ya procesada a la sopladora, en este proceso el operario debe llenar un registro manual.

El jefe de producción de la empresa Distribuidora Plástico sur S.A.S tiene como una de sus funciones el analizar el desempeño de los operarios por lo que necesita los registros manuales que cada uno de los trabajadores genera. Estos datos al ser creados por los mismos operarios pueden estar alterados consciente o inconscientemente, consecuentemente estos informes no son del todo confiables.

Los registros manuales ofrecen datos inciertos al momento de analizar el rendimiento del operario. Por consiguiente, ¿Es posible implementar un sistema de monitoreo para poder optimizar el análisis de rendimiento laboral del operario encargado del horno de la máquina mg880? Para ello se plantea el objetivo de diseñar un sistema de monitoreo para el conteo de preformas de la máquina mg880. Este sistema estará situado en la entrada del horno como se muestra en la Figura 1 para poder sensar la información exacta de la cantidad de preformas que el horno de la máquina mg880 produce. Esta información se obtendrá en tiempo real y se podrá ver por medio de una interfaz de un programa de escritorio.

---

<sup>2</sup> Distribuidora plásticos sur S.A.S. 2020. Extraído de: <https://envasesplasticosdps.com/nosotros>

Figura 1. Máquina mg880.



## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivos generales**

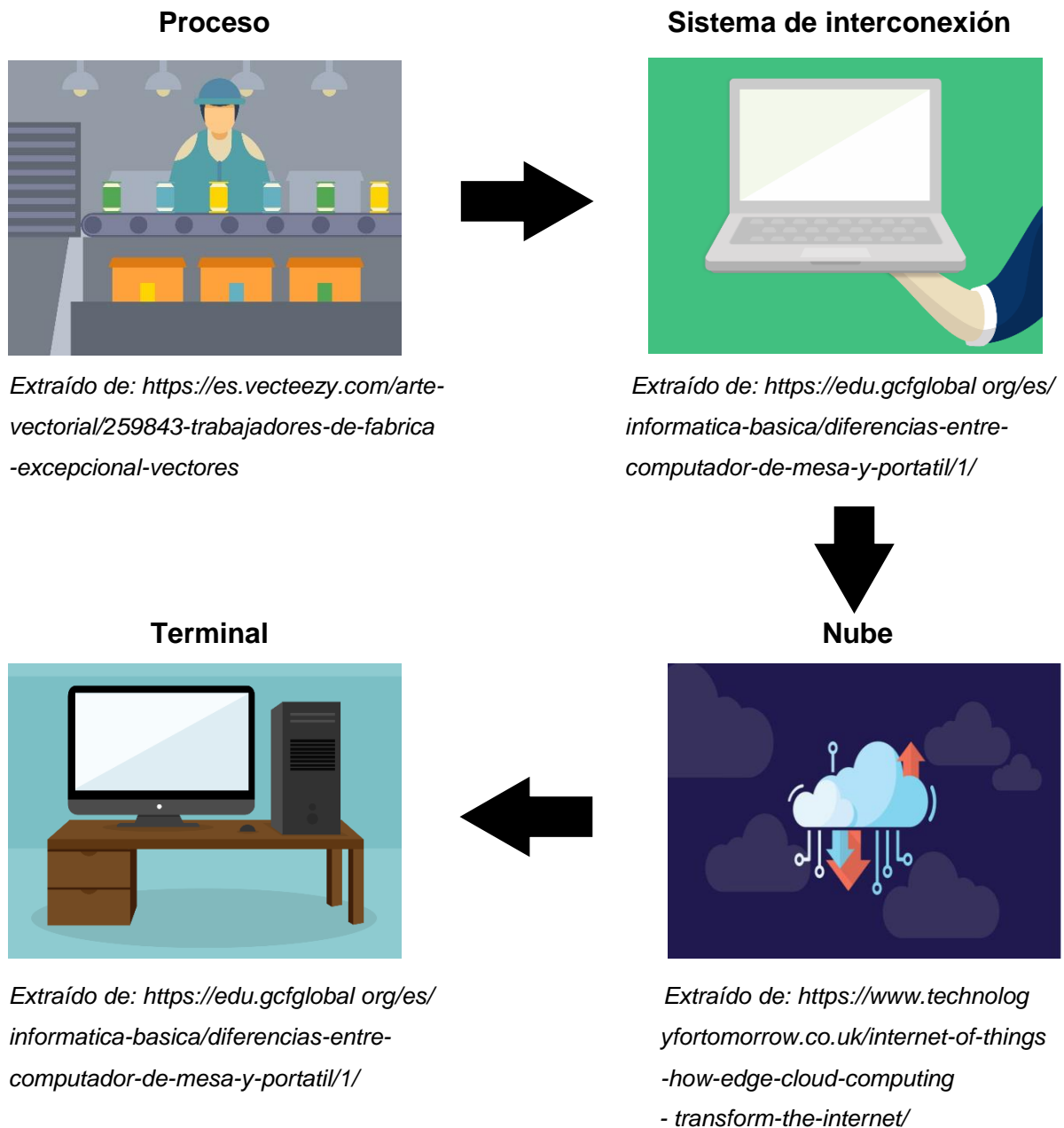
Diseñar e implementar un sistema de monitoreo en tiempo real del número de preformas plásticas en el horno de la máquina mg880.

### **2.2. Objetivos específicos**

- Analizar el entorno del horno de la máquina mg880.
- Diseñar un sistema de adquisición de datos para el conteo de preformas.
- Procesar las variables para su posterior visualización en un entorno interactivo.
- Diseñar un sistema de comunicación remoto junto a un programa para la correspondiente visualización por medio de una interfaz gráfica.

### 3. MARCO TEÓRICO

Figura 2. Diagrama general del sistema de adquisición para el conteo de preformas.





En aplicaciones industriales un sistema de monitoreo es un instrumento de gestión responsable de proveer la información sobre el desempeño para alimentar la toma de decisiones<sup>3</sup>. En la actualidad el sistema de monitoreo es un aspecto central de cualquier operación en una industria en crecimiento como es el caso para la empresa Distribuidora Plásticos Sur S.A.S que poco a poco se ha ido posicionando en el mercado departamental por lo que emplear estos sistemas ayudarán a la automatización de procesos logrando cumplir las metas a largo plazo de ser la empresa más importante en la fabricación y comercialización de botellas plásticas PET<sup>4</sup>. Por ello se propone el diagrama de la Figura 2 para así estar más cerca de cumplir el objetivo principal de la empresa.

La alta gama de sensores que actualmente existe en el mercado brinda gran versatilidad a la hora de escogerlos debido a sus características y aplicaciones como leer presión, temperatura, detección, etc. Los sensores de detección de objetos se caracterizan por ser compactos y brindar lecturas según la existencia de un objeto o no. Estos sensores se categorizan como mecánicos, infrarrojos y ultrasónicos, sin embargo, los sensores mecánicos han quedado obsoletos gracias al gran aporte y la fácil manipulación de los otros dos tipos de sensores. Para el desarrollo de este proyecto se elige trabajar con sensores infrarrojos gracias a su bajo costo en el comercio a comparación de los sensores ultrasónicos.

### **3.1. Proceso**

La mg880 es una máquina semiautomática que cuenta con dos etapas. La primera es el horno y la segunda es la sopladora como se muestra en la Figura 3.

El proceso de fabricación de las botellas plásticas PET se realiza mediante la máquina semiautomática mg880 que cuenta con dos etapas como se muestra en la Figura 3. La primera etapa es el horno y es el encargado de calentar las preformas y la segunda etapa es la sopladora que tiene como función expandir la preforma en un molde mediante presión para dar la forma final de botella.

Gracias a que el horno y la sopladora de la máquina mg880 son independientes cada una posee un operario que realiza una función específica. El operario encargado de trabajar la sección del horno debe situar la preforma en el horno para luego ubicarla en la sopladora y también llenar un registro mientras que el operario que trabaja en la sección de la sopladora se encarga de tomar la botella plástica y ubicarla según su perfecto estado o si es defectuosa para posteriormente llenar el registro con estos datos.

---

<sup>3</sup> Cepal. Introducción a los sistemas de monitoreo y evaluación. 2021.

<sup>4</sup> Enrique Vidal. 10 maneras en la que el monitoreo en tiempo real de fabricación mejora precisión y la calidad. Tecnología para la industria. 2018. Extraído de: <https://tecnologiaparalaindustria.com/10-maneras-en-las-que-el-monitoreo-en-tiempo-real-de-la-fabricacion-mejora-la-precision-y-la-calidad/>

Respecto al ambiente las temperaturas dentro del horno son variadas algunas superando los 100°C, sin embargo, gracias al material que está fabricado el chasis permite el aislamiento térmico dejando una temperatura ambiente en los lugares óptimos para la ubicación de los componentes del sistema de monitoreo. La velocidad que tiene la banda transportadora del horno es baja y permite una libre manipulación de cada preforma procesada.

Figura 3. Partes del MG 880. a) sopladora, b) horno.



Extraído de: <https://focusonltd.en.made-in-china.com/productimage/RvOnxskhhfUo-2f1j00UFvEqwCBZhrQ/China-Blow-Machine-Pet-Hz-880-Semi-Auto-Pet-Blowing-Machine.html>

### 3.2. Sistema de interconexión

Un sistema de interconexión tiene la función de intercomunicar dos o más etapas empleando múltiples formas de comunicación.

El sistema de interconexión de este proyecto permite comunicar la fase de proceso con la fase de nube. El sistema de interconexión también realiza la manipulación de los datos del conteo de preformas obtenidos por las lecturas de los sensores, para luego enviar los datos por internet a la nube.

### **3.3. Nube**

La nube es un modelo que permite el acceso a una red bajo demanda de un conjunto de servicios informáticos configurables tales como infraestructura, aplicaciones y almacenamiento<sup>5</sup>.

Para la comodidad de la empresa se emplea un servidor en la nube para guardar la información en una máquina virtual.

### **3.4. Terminal**

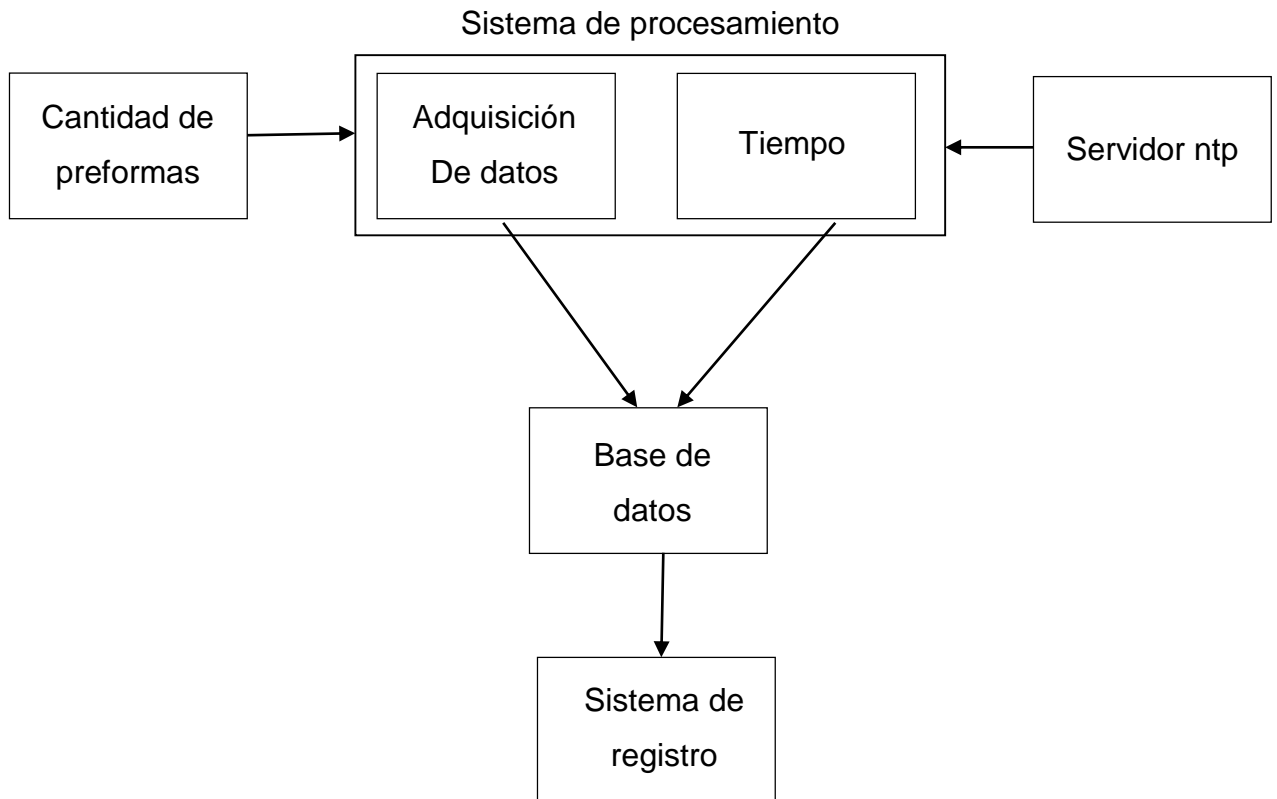
El terminal es la fase del proyecto que brinda la información al usuario mediante una interfaz gráfica. Esta interfaz ofrece múltiples servicios para que el usuario pueda así manipular la información de diferentes maneras.

---

<sup>5</sup> : J. Del Vecchio, F. Paternina, C. Henríquez, "Cloud computing a model for the development of enterprises", Prospect, Vol 13, N° 2, 81-87, 2015.

#### 4. DISEÑO

Figura 4. Estructura del diseño del sistema de adquisición para el conteo de preformas.



En este capítulo se presenta la estructura del sistema de monitoreo para el conteo de preformas como se muestra en la Figura 4.

#### **4.1. Cantidad de preformas**

La variable de interés es la cantidad total de preformas que circulan por el horno de la máquina mg880. Estas preformas tienen las características de estar a altas temperaturas, ser translúcidas y también de estar en movimiento.

#### **4.2. Adquisición de datos**

La obtención del número de preformas se realiza por medio de sensores infrarrojos que tiene la función de transmitir un haz de luz continuo para ser receptado por fototransistores. El pulso continuo entre transmisor y receptor permite detectar el paso de la preforma ya que, si hay presencia de un objeto el receptor cambia de estado. Debido a las características de las preformas que se han mencionado anteriormente se opta por emplear dos pares de sensores para disminuir la presencia de falsos positivos en las lecturas.

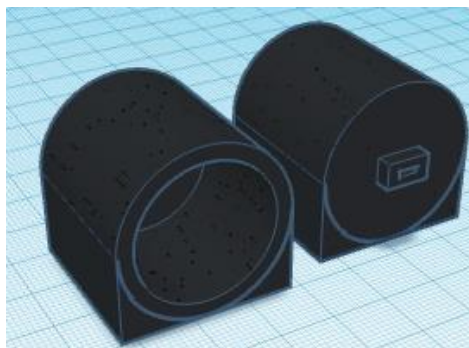
##### **4.2.1. Diseño de la infraestructura física de los sensores**

Para el diseño de la infraestructura de los sensores transmisores se tiene en cuenta los siguientes requerimientos.

- Los transmisores deben tener la suficiente potencia para ser detectados por los receptores y a su vez poderse refractar al pasar por una preforma.
- Los receptores deberán despreciar la luz infrarroja emitida por las lámparas internas del horno.

El diseño físico de la infraestructura tiene las dimensiones de 3 cm de ancho, 3.3 cm de largo y 3 cm de alto como se muestra en la Figura 5.

Figura 5. Diseño de la infraestructura de los sensores.

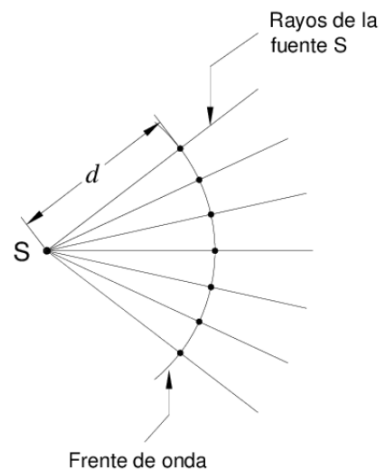


La onda de luz que proyectan los transmisores está representada por el diagrama de la Figura 6. Este efecto genera un problema para la recepción de la señal por medio de los receptores por lo que es fundamental concentrar todas las ondas en un mismo foco para facilitar la comunicación entre sensores y así el correcto funcionamiento de la adquisición de datos.

Los lentes son herramientas de gran ayuda al momento de manipular la dirección de emisión de una onda debido a que reciben la señal y la redireccionan según el tipo de lente. Para el problema del multidireccionamiento de emisión de los transmisores se emplean lentes convergentes que se caracterizan en tomar las ondas para luego concentrarlas en un foco como se muestra en la Figura 7 para así mejorar el enfoque de las ondas de luz infrarrojas emitidas por los transmisores permitiendo mejorar la comunicación con los receptores.

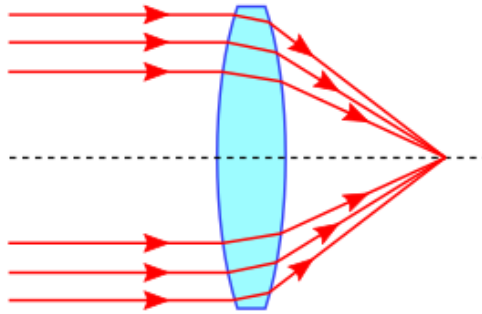
Los sensores se ubican a la entrada del horno de la máquina mg880 a una distancia de 20 centímetros entre transmisor y receptor ofreciendo condiciones perfectas para que los receptores no reciban las ondas de luz provenientes de las lámparas internas del horno.

Figura 6. Diagrama de onda asociada a una fuente de luminosa.



Fuente: Mejia, Yobani. (2011). El frente de onda y su representación con polinomios de Zernike. 9.

Figura 7. Lentes convergentes.



Extraído de: <https://www.mundomicroscopio.com/lente-convergente/>

### 4.3. Servidor NTP

De sus siglas Networking Time Protocol es un protocolo el cual sincroniza los relojes de diferentes sistemas informáticos en la red<sup>6</sup> haciendo un servidor útil para adquirir información del tiempo sin necesidad de un módulo de tiempo físico. Con este servidor se adquiere la fecha actual para nombrar los paquetes y poder tener un identificador para la configuración entre el servidor y el cliente.

### 4.4. Sistema de procesamiento

Es la parte más importante de este proyecto ya que recibe la información proveniente de los sensores para enviarla al servidor de manera organizada según el identificador.

#### 4.4.1. Estructura del sistema de procesamiento

Se mantiene la siguiente estructura para el correcto funcionamiento.

- **Configuración del módulo:** se habilita la funcionalidad de wifi y también los puertos a usar.
- **Configuración para la base de datos:** se habilita la comunicación entre el sistema de procesamiento y el servidor que almacena la base de datos.
- **Configuración al servidor NTP:** se conecta con el servidor más cercano y se ajusta el parámetro GMT para sincronizar la hora del servidor con la hora local.
- **Desarrollo de la lógica:** se reciben los datos para luego manipularlos y enviarlos al servidor.

---

<sup>6</sup> Sebastián Gallardo, J. P. (s.f.). *Protocolo NTP*. Chile: universidad tecnica federico santa maria.

#### 4.4.2. Diseño de la infraestructura física del sistema de procesamiento

El diseño de la infraestructura física del sistema de procesamiento tiene dimensiones de 7 cm de ancho, 6 cm de largo y 3 cm de alto como se muestra en la Figura 8. El compartimiento cuenta con seis aberturas de las cuales cuatro corresponden a los sensores, uno para la alimentación del módulo y el último para el led de alerta que se ubica en la parte superior.

El led de alerta tiene la función de informar al usuario el estado de la conexión a internet como se muestra en la Tabla 1.

Figura 8. Diseño de la infraestructura del Sistema de procesamiento.

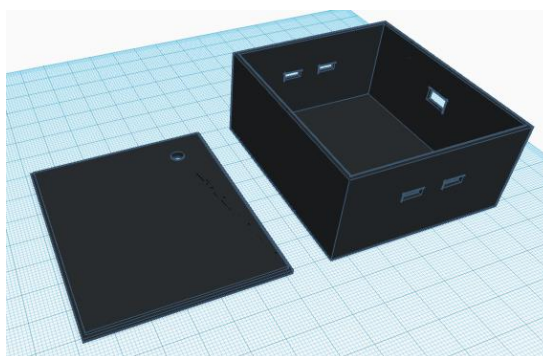


Tabla 1. Estados de información del LED.

Estado	Función
Encendido	Informar al usuario que el prototipo aún no se conecta a la red wifi o se desconectó de ésta
Apagado	Notificar que el prototipo ya cuenta con internet para su correcto funcionamiento

#### 4.5. Sistema de alimentación

El módulo empleado requiere una alimentación externa. Para el diseño del sistema de alimentación se tiene en cuenta las siguientes características.

- Alimentación de la placa es de 5 V.
- Corriente máxima de trabajo 1 A.



#### 4.5.1. Fases del sistema de alimentación

El sistema de alimentación se divide en dos fases.

- Conversión de AC a DC.
- Regulación a 5 Vdc.

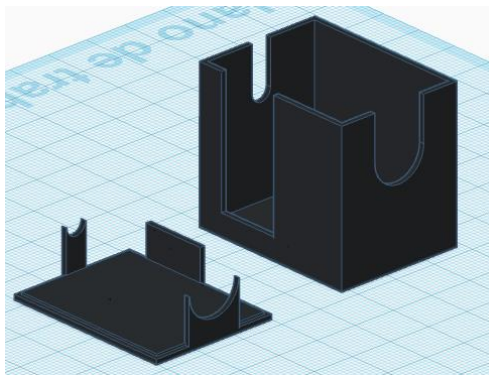
Para satisfacer las necesidades anteriormente propuestas se emplea una fuente de alimentación regulada que cumple con la conversión y atenuación de 110 Vac a 15 Vdc suministrando una corriente máxima de 1 A. Para obtener la regulación final se emplea un regulador LM7805 que recibe una señal de 15 V y entrega una tensión de 5 Vdc con una corriente máxima de 1 A.

Para el regulador se emplea un disipador debido a que el consumo energético del módulo es relativamente elevado reflejándose en un aumento de temperatura en el dispositivo.

#### 4.5.2. Diseño de la infraestructura del sistema de alimentación

La estructura física de la infraestructura se diseña con tres aberturas. Las dos primeras son para ubicar los puertos de conexión de la entrada y la salida. La abertura lateral tiene la función de dispersar el calor generado por el disipador del regulador con el medio exterior como se muestra en la Figura 9.

Figura 9. Diseño de la infraestructura del Sistema de alimentación.



Los conectores son fuente primordial para el diseño de la infraestructura del sistema de alimentación ya que brinda acople con la fuente de regulación como entrada y el sistema de procesamiento como salida.

- **Conector de entrada:** este conector cuenta con la característica de ser sencillo ya que es el conector por defecto de la fuente de regulación siendo de tipo Plug Jack hembra como se muestra en la Figura 10.

- **Conector de salida:** este conector es el puerto que está incluido por defecto en el módulo. Este tipo de puertos recibe el nombre de entrada USB macho micro B como se muestra en la Figura 11.

Figura 10. Conector Plug Jack.



Extraído de: <https://www.arcaelectronica.com/products/conector-plug-dc-1-7mm-x-4-8mm-macho-1-7x4-8-mm-jack>

Figura 11. Conector USB micro B.



Extraído de: <https://sumador.com/collections/new-items/products/conector-micro-usb-hembra-tipo-b>

#### 4.6. Base de datos

Las bases de datos son conjuntos de ficheros interrelacionados con estructuras complejas y compartidas por varios procesos de forma simultánea<sup>7</sup>, es decir, es un sistema que almacena datos para la disponibilidad de los clientes ofreciendo servicios instantáneos. Estas bases de datos se dividen en relacionales y no relacionales.

- **Relacionales:** son aquellas que almacenan y proporcionan acceso a un punto en los datos relacionados entre sí y estructuralmente se representan por tablas debido a que cada fila es un registro con un identificador único y las columnas son los atributos de éstas<sup>8</sup>.
- **No relacionales:** son diseños específicos y contienen un esquema flexible caracterizándose con la baja latencia y grandes capacidades de almacenamiento, son bases de datos que se basan en documentos y colecciones los cuales son almacenados en archivos tipo JSON<sup>9</sup> que además no requiere lenguaje SQL para las consultas por lo que su estructura no es definida<sup>10</sup>.

Por la naturaleza del proyecto se emplean bases de datos no relacionales gracias a las múltiples características que ofrece. Por ende, la estructura es una colección principal siendo la raíz de la base de datos donde se guarda la información mediante documentos nombrados con el identificador de la fecha del día actual. Por último, se almacena las colecciones que contienen los datos del proceso de monitoreo como se muestra en la Figura 12.

---

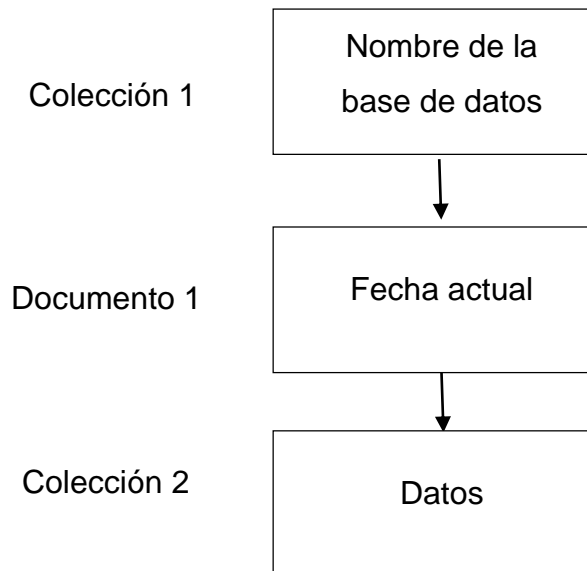
<sup>7</sup> Rafael Camps Paré, Luis Alberto Casillas Santillán, Dolors Costal Costa, Marc Gibert Ginestà, Carme Martín Escofet, Oscar Pérez Mora. Bases de datos. 2005. Barcelona

<sup>8</sup> Oracle. ¿Qué es una base de datos relacional? Extraído de: <https://www.oracle.com/co/database/what-is-a-relational-database/>

<sup>9</sup> AWS. ¿Qué es NoSQL? Extraído de: <https://aws.amazon.com/es/nosql/>

<sup>10</sup> Ayudaley. Bases de datos no relacional ¿Qué es? Características y ejemplos. Extraído de: <https://ayudaleyprotecciondatos.es/bases-de-datos/no-relacional/>

Figura 12. Base de datos no relacional.



#### 4.7. Sistema de registro

El sistema de registro es la etapa donde el usuario puede interactuar con la base de datos. Los servicios que se incluyen son los siguientes.

- **Visualización del conteo de preformas:** se ubica en la parte principal de la interfaz en donde se muestra en tiempo real el número total de preformas detectadas a través de una gráfica.
- **Descarga de datos:** opción que aporta al usuario la facilidad de descargar la información almacenada en las bases de datos según el indicador. Aquí tendrá la oportunidad de hacer la búsqueda por fecha para poder exportar los datos.
- **Agregar otros sensores:** se deja la posibilidad de agregar al sistema nuevos componentes de lecturas. Esta opción crea una base de datos para facilitar la conexión de nuevos sensores.

## 5. MODELADO DEL SISTEMA

En este capítulo se realiza el modelado del sistema de monitoreo para el conteo de preformas.

### 5.1. Diagrama de casos de uso

Para tener un sistema enfocado al desarrollo estructurado se inicia modelando los casos para así comprender mejor el enfoque.

Para estos diagramas es muy importante identificar los actores que participan en el sistema para poder así describir el caso de uso correspondiente. Por ende, se nombran y describen a continuación.

#### 5.1.1. Identificación de actores y casos de uso

Los actores del sistema son:

- **Actor 1. Usuario:** actor encargado de observar los cambios de la variable mostrada en pantalla. Además de hacer la calibración y montura de los sensores físicamente.
- **Actor 2. Preformas:** objeto a monitorear que se encuentra en movimiento dentro del horno de la máquina mg880.

#### 5.1.2. Descripción del modelo de caso de uso

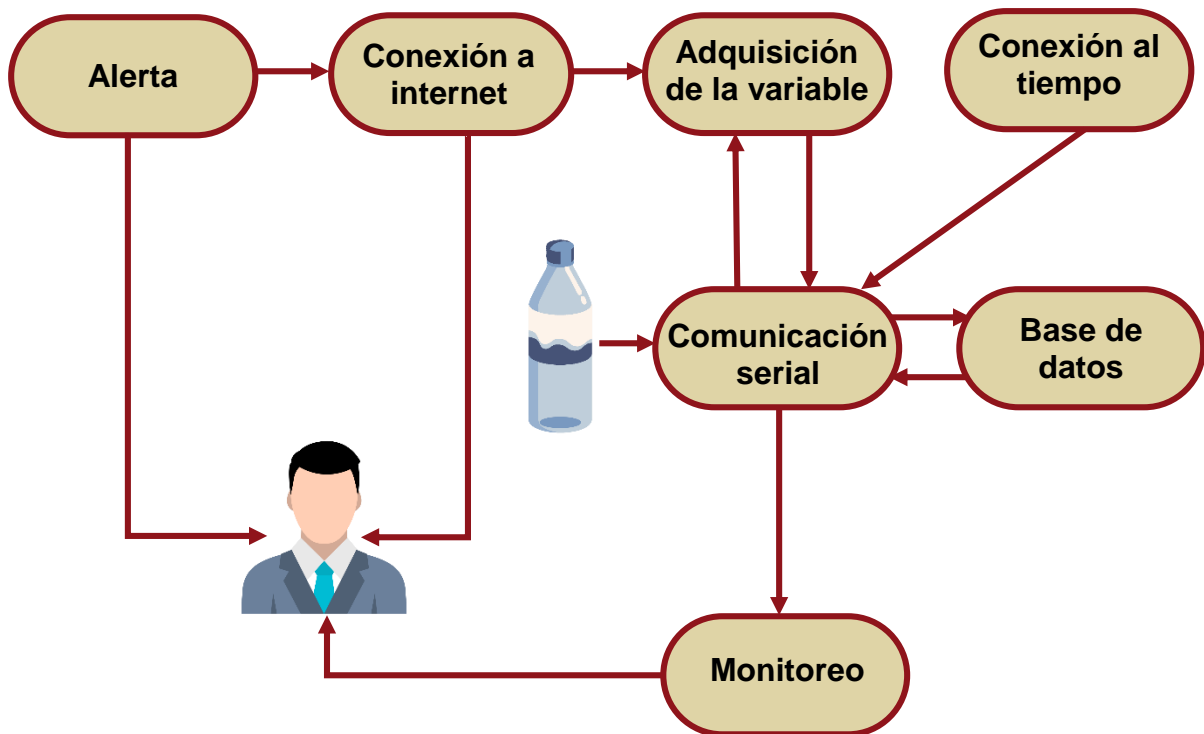
Luego de identificar los actores y reconocer su rol se procede a obtener los casos de uso de interacción.

- **Caso de uso 1. Conexión a internet:** proceso necesario para obtener la conexión satisfactoria a internet.
- **Caso de uso 2. Alerta:** proceso encargado para informar al actor usuario del estado actual de la conexión a internet.
- **Caso de uso 3. Conexión al tiempo:** proceso importante para leer la información del tiempo.
- **Caso de uso 4. Adquisición de la variable:** proceso encargado de realizar las lecturas del número de preformas para luego ser enviado a la base de datos.

- **Caso de uso 5. Comunicación serial:** requerimiento necesario para establecer comunicación unidireccional y bidireccional para la transferencia de información entre los diferentes casos como se muestra en la Figura 13.
- **Caso de uso 6. Base de datos:** proceso de almacenamiento de las variables en una base de datos en la nube.
- **Caso de uso 7. Monitoreo:** proceso encargado de brindar los datos de manera gráfica como también numérica en tiempo real por medio de una interfaz al usuario.

### 5.1.3. Elaboración del modelo de casos de uso

Figura 13. Modelo de casos de uso.



## 6. IMPLEMENTACIÓN

En el presente capítulo se aborda la implementación tanto en nivel de software como de hardware de los diferentes procesos que se han mencionado en el Capítulo 5.

### 6.1. Implementación de casos de uso

Gran parte de los casos se llevan a cabo mediante la programación en el software de Arduino IDE.

Los casos de conexión a internet, alerta, conexión al tiempo, adquisición de la variable, comunicación serial y una parte de base de datos se realiza con el entorno de desarrollo IDE de Arduino. Por otro lado, para el caso de monitoreo y la otra parte de base de datos se emplea el software de Apache Netbeans.

Arduino IDE emplea código de programación abierto que permite escribir códigos para subirlos a la placa de desarrollo Nodemcu32u de una forma fácil y rápida. Apache Netbeans es un entorno de desarrollo que soporte múltiples lenguajes para este caso Java.

Para la base de datos se tiene compatibilidad para ambos lenguajes según el requerimiento. Se emplea el entorno de Arduino para enviar datos al servidor de Firebase y se usa el lenguaje de programación de Java para leer datos desde el programa de escritorio. Esto se logra gracias al gran soporte que tiene el servidor de Firebase que contiene características apropiadas al momento de trabajar con tareas en tiempo real.

#### 6.1.1. Caso de uso 1. Conexión a internet

La configuración para la conexión a internet se realiza con la librería WiFi.h que da soporte a la placa de desarrollo nodemcu32u<sup>11</sup>. Se configura el acceso completo la conexión a internet empleando dos funciones.

- **WIFI\_SSID:** es la función que configura el nombre de la red wifi a conectar.
- **WIFI\_PASSWORD:** es la función que configura la contraseña de la red wifi correspondiente.

---

<sup>11</sup> Mobitz. Firebase arduino client library for esp8266 and esp32. 2021

### 6.1.2. Caso de uso 2. Alerta

Este sistema de alerta que está configurado en el puerto GPIO15 de la placa de desarrollo Nodemcu32u el cual por medio de un ciclo *while* va a analizar el estado de conexión por medio de la función *WiFi.status*.

### 6.1.3. Caso de uso 3. Conexión al tiempo

La implementación de este caso se realiza mediante la función *timeClient.begin()* que permite la interconexión al servidor NTP y adquirir la información relevante. Este dato contiene la estructura del tiempo y fecha por lo que se desprecia la primera parte de la información dejando solo la fecha.

### 6.1.4. Caso de uso 4. Adquisición de la variable

Este caso se lleva a cabo en la placa de desarrollo Nodemcu32u el cual por medio de los puertos GPIO0 y GPIO4 se configuran como salidas para conectar los transmisores. Los puertos GPIO32 y GPIO33 se configuran como entradas pull-up para los receptores.

### 6.1.5. Caso de uso 5. Comunicación serial

Este caso se configura la velocidad de transmisión con la función *Serial.begin()* que adquiere el parámetro de bits por segundos. Para este proyecto se emplea 115200.

### 6.1.6. Caso de uso 6. Base de datos

Este caso se realiza en dos locaciones.

- **Tarjeta de desarrollo:** para la conexión a la base de datos de Firebase se emplea la librería *Firebase\_ESP\_Client.h* de Espressif. Las herramientas necesarias para la correcta interconexión se emplean las funciones *config.token\_status\_callback* para el consumo del token generado por la base de datos, *config.api.key* que contiene la llave secreta del proyecto siendo fundamental para la interconexión con el usuario y *auth.user.email* y *auth.user.password* que reciben los datos del usuario.
- **Programa de escritorio:** para configurar la comunicación entre el programa de escritorio y la base de datos en el servidor de Firebase se emplea una clase que realiza la lectura de la credencial mediante las funciones *FileInputStream* y *FirebaseOptions.Builder().setCredentials(GoogleCredentials.fromStream())*. Para ingresar al servicio de Cloud de Firebase se emplea la librería de *firebasecloud* que contiene la función *FirestoreClient.getFirestore()* que permite comunicarse directamente con la base de datos.



### 6.1.7. Caso de uso 7. Monitoreo

La implementación del sistema de monitoreo se divide en dos partes.

- Para el frontend se emplea el IDE Swing que es una herramienta que viene por defecto en el programa de Apache Netbeans y brinda una mayor facilidad al momento de diseñar interfaces gráficas. Se implementan tres paneles principales para el proyecto dividiéndose en panel de inicio, panel principal y panel de exportación. Para el diseño de la gráfica del panel principal se emplea la biblioteca de jfreechart usando la función *XYSeries*.
- Para el backend se genera las funciones que contienen los servicios de lectura, exportación, creación y eliminación. La función *addActionListener* de la librería *DocumentReference* permite leer los datos dentro de las bases de datos y activarse detectar algún cambio en la base de datos. Para la opción de exportar los datos en archivos Excel se emplea la librería *HSSFWorkbook* logrando la creación de documentos con la extensión xls de Excel.

## 6.2. Implementación Física

Para la implementación física se usa la placa de desarrollo Nodemcu32u la cual posee muchos beneficios. Para este proyecto se emplea los puertos ADC1 que permite configurarlos como pull-up o pull-down y también la herramienta de conexión WIFI.

### 6.2.1. Adquisición de la variable de proceso de conteo

La implementación de la infraestructura de los sensores se muestra en las Figuras 15 y 16. Estas implementaciones cuentan con las características mencionadas en el Capítulo 5 facilitando la ubicación en la entrada del horno de la máquina mg880 de manera no invasiva. Los transmisores cuentan con lentes convergentes para concentrar el haz de luz generado por los leds infrarrojos.

Figura 14. Implementación del caso 4. Sensores transmisores.



Figura 15. Implementación del caso 4. Sensores receptores.



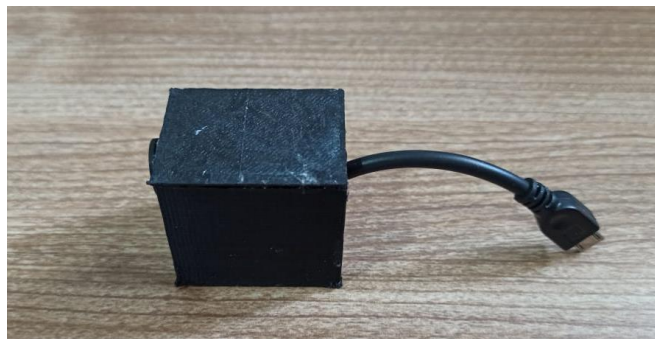
### 6.2.2. Módulo de procesamiento y alimentación

De acuerdo a la infraestructura del sistema de procesamiento y de alimentación mostradas en las Figuras 8 y 9 respectivamente se implementan físicamente como se muestran en las Figuras 17 y 18.

Figura 16. Módulo de procesamiento.



Figura 17. Módulo de alimentación.



### 6.3. Interfaz gráfica

La interfaz gráfica como se ha descrito a lo largo del proyecto se construye con código Java y con el framework de Gradle. El primer panel tiene las siguientes funciones de autenticar al usuario solicitando los datos de correo y clave, cambiar la clave y salir satisfactoriamente de la aplicación como se muestra en la Figura 18.

Figura 18. Panel de inicio.



El panel principal que se muestra en la Figura 19 se divide en tres partes. La gráfica donde se muestra interactivamente el conteo de las preformas, el número total del conteo y en la parte inferior, las ventanas correspondientes a cada base de datos.

El panel de exportación que se muestra en la Figura 20 ofrece el servicio de descargar los datos según los parámetros de entrada como el nombre de la colección raíz de la base de datos luego leerlos y después seleccionar la fecha del documento para la posterior descarga.

Figura 19. Panel principal.

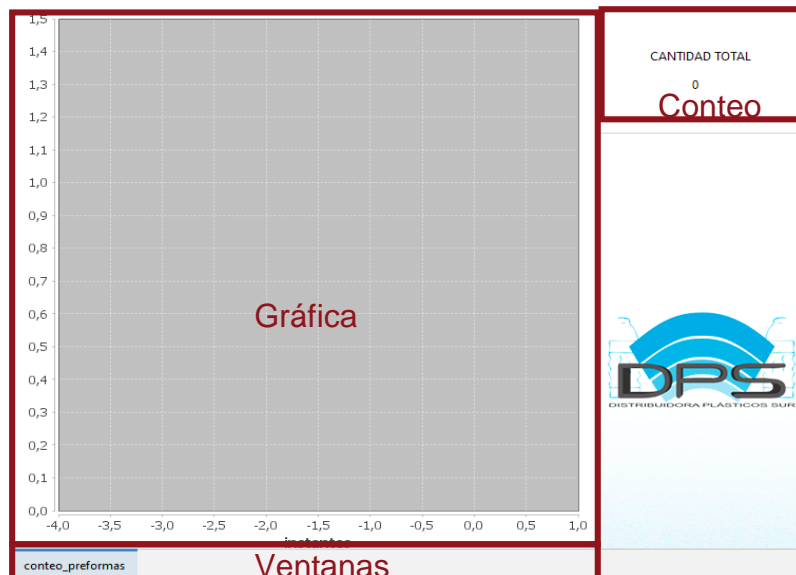


Figura 20. Panel de exportación.

Los servicios que se explican en este capítulo se aprecian en el botón de archivo mostrado en la Figura 21 y se ubican en el panel principal. El servicio de Iniciar ejecuta las lecturas del documento de la fecha actual. El servicio de Exportar habilita el panel de la Figura 20 que recibe el nombre de la base de datos para luego habilitar los documentos almacenados en dicha colección para luego descargarlo en la máquina local. El servicio de Nuevo ejecuta la opción de crear nuevas bases de datos admitiendo el parámetro del nombre. El servicio de Eliminar borra los nuevos paneles sin incluir la ventana predeterminada de este proyecto. Finalmente, el servicio de Salir que cierra el programa.

Figura 21. Servicios.

archivo	
Iniciar	Ctrl-Enter
Exportar	
Nuevo	
Eliminar	>
Salir	Ctrl-F4

## **7. ANÁLISIS DE RESULTADOS**

En este capítulo se muestran los resultados obtenidos con un cliente al manipular el sistema de monitoreo para el conteo de preformas.

### **7.1. Análisis de resultados del hardware**

El prototipo mostrado en el Capítulo 6 presenta funcionalidad al momento de ejecutar conjuntamente todo el sistema. El sistema de alimentación presenta un leve calentamiento, sin embargo, al paso del tiempo no ocurre un sobrecalentamiento. Otro detalle descubierto es que la placa de desarrollo no conecta instantáneamente a la red WIFI por lo que es necesario realimentar el sistema de monitoreo para poder ejecutar correctamente la conexión a internet.

### **7.2. Análisis de resultados del software**

El resultado del programa cumple las expectativas de la empresa con su funcionalidad y simpleza, la interfaz de inicio autentica correctamente al único usuario enlazado con la base de datos y de igual forma la funcionalidad del cambio de contraseña también es exitosa.

Respecto al panel principal del programa se ejecuta casi instantáneamente como se muestra en la Figura 22. Sin embargo, hay que tener en cuenta que el panel principal empieza a graficar si existe un documento con el identificador de la fecha actual, es decir, el sistema de adquisición de datos tuvo que haber iniciado su ejecución antes de la ejecución del programa. Debido como es el diseño del software del sistema de monitoreo para el conteo de preformas las ejecuciones de cada ventana son independientes esto quiere decir que si la ventana inicial no lee los datos o tiene algún problema las demás ventanas no seguirán con el correcto funcionamiento.

La herramienta de exportación también cumple su funcionalidad de descargar los datos de la base de datos exitosamente. El archivo de Excel generado por la exportación desde el programa se ubica en la dirección raíz de la carpeta del programa del sistema de monitoreo como se muestran en las Figuras 23 y 24.

Figura 22. Resultado de la interfaz principal en ejecución.

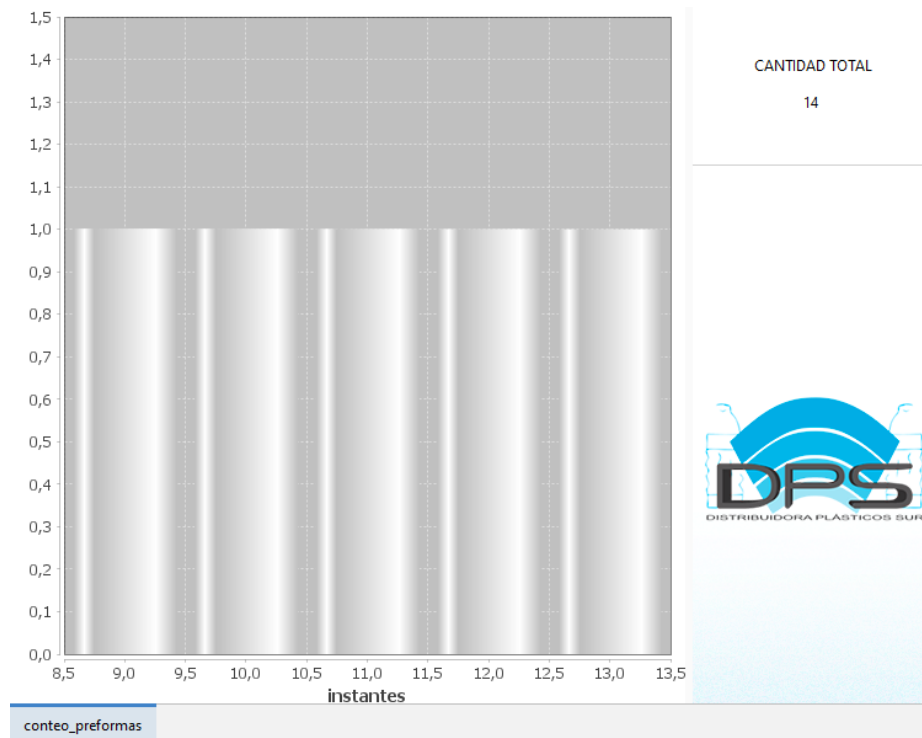


Figura 23. Resultado de la interfaz de exportación.

The screenshot shows an export interface form. It contains two input fields: 'NOMBRE' with the value 'conteo\_preformas' and 'FECHA' with the value '2021-09-09'. To the right of the 'FECHA' field is a small dropdown arrow. Below the input fields are three buttons: 'Leer', 'Exportar', and 'Cancelar'. The DPS logo is visible in the top right corner of the form area.

Figura 24. Resultado de la exportación.

2credenciales.json	22/09/2021 10:19 a. m.	Archivo JSON	3 KB
2021-09-09	9/09/2021 8:46 p. m.	Hoja de cálculo d...	5 KB
build.gradle	24/08/2021 3:18 p. m.	Archivo GRADLE	1 KB

## 8. CONCLUSIONES

Las pruebas realizadas con el sistema de adquisición para el conteo de preformas fabricado permite realizar lecturas del paso de preformas del horno de la máquina mg880 y almacenarlas en la base de datos del servidor de Firebase para luego ser visualizado en el programa de escritorio.

Se ha construido el compartimiento de los sensores, el módulo de adquisición de datos y el módulo de alimentación lo más compacto para facilitar la manipulación de cada componente para la correcta ubicación. Gracias a que dentro del área de trabajo la temperatura no es elevada y también el aislamiento térmico que cuenta la máquina permite un buen trabajo de los componentes físicos en particular los sensores ya que por el diseño de la infraestructura no permiten la detección de luz infrarroja que emiten las lámparas internas del horno de la máquina mg880 como también la detección de las preformas translucidas y de diferentes tamaños.

Al almacenar solo los estados de detección de las preformas se evita saturar de información la base de datos en Firebase, por lo tanto, al final del día se logra obtener el total del número de preformas que dispuso el horno de la máquina mg880 en la jornada de trabajo. No obstante, para futuros acoplamientos de otros sensores se debe tener en cuenta el factor de la limitación de escritura que brinda la plataforma de Firebase pero se deja la opción de adquirir los servicios ampliando estos parámetros.

El módulo wifi esp32 es la versión más reciente de la compañía Espressif System ofrece grandes beneficios para la implementación de múltiples aplicaciones. Sin embargo, para este trabajo de tesis se emplearon los múltiples puertos ADC y la interconexión wifi. A pesar de ser un dispositivo con grandes herramientas no cuenta con tantos soportes para el entorno de desarrollo de Arduino IDE como su antigua versión esp8266. Lo mismo pasa con las librerías de Firebase ya que son demasiado recientes y no permite explotar todos los servicios que ofrece la plataforma de Firebase. Por consiguiente, se recomienda tener en cuenta estos factores para posibles a trabajos futuros.


Java es un lenguaje de programación muy potente para el diseño de aplicaciones enfocado a múltiples plataformas, teniendo muchos entornos de programación siendo el más recomendable Apache Netbeans ya que cuenta con mayor sencillez al momento de diseñar el frontend gracias al IDE de Swing igualmente de contar con muchas librerías y Frameworks. Para este caso el desarrollo del aplicativo de escritorio se facilitó gracias al gran soporte que ofrece Firebase para el framework de Gradle. Sin embargo, cuenta con la peculiaridad de contar con mayor información para el desarrollo de aplicativos móviles o webs siendo recomendable que para futuros trabajos abordar uno de estos dos entornos.



## 9. ANEXOS

### Anexo 1. Aprobación por parte de la empresa.

---




DISTRIBUIDORA PLÁSTICOS SUR  
Reg. Común NIT 900.601.087-4

Neiva, 27 de agosto de 2021


DISTRIBUIDORA PLÁSTICOS SUR S.A.S  
Ricardo Andrés Narváez Perdomo  
Jefe de Planta – Producción envases PET

Yo Ricardo Andrés Narváez Perdomo, como jefe de Planta actual de la empresa DISTRIBUIDORA PLÁSTICOS SUR S.A.S doy la aprobación de la finalización del proyecto "DISEÑO DE UN SISTEMA DE ADQUISICIÓN DE DATOS PARA EL CONTEO DE PREFORMAS DE LA MAQUINA MG880 DE LA EMPRESA DISTRIBUIDORA PLÁSTICO SUR S.A.S DE LA CIUDAD DE NEIVA" del estudiante Edgar Forero Vargas como modalidad de grado el cual cumplió con los objetivos pactados por el cual quedamos satisfechos con el resultado entregado el presente día.

Agradezco su amabilidad y su atención.



Ricardo Andrés Narváez Perdomo  
C.C. 1075271069  
Jefe de Planta – Producción envases PET



---

## BIBLIOGRAFÍA

- : J. Del Vecchio, F. P. (2015). La computación en la nube: un modelo para el desarrollo de las empresas. 81-87.
- AWS. (s.f.). AWS. Obtenido de ¿Qué es NoSQL?: <https://aws.amazon.com/es/nosql/>
- Ayudaley. (s.f.). Obtenido de Base de datos no relacional. ¿Qué es? Características y ejemplos: <https://ayudaleyprotecciondatos.es/bases-de-datos/no-relacional/>
- Cepal. (2021). *introducción a los sistemas de monitoreo y evaluación*. Cepal.
- descubre comunicaciones. (s.f.). Obtenido de ¿Qué es Back end y Front end?: <https://descubrecomunicacion.com/que-es-backend-y-frontend/>
- FERNÁNDEZ, Y. (2021). *xataka*. Obtenido de Cómo abrir un archivo XLS o XLSX sin tener Excel: <https://www.xataka.com/basics/como-abrir-archivo-xls-xlsx-tener-excel#:~:text=La%20extensi%C3%B3n%20XLS%20es%20la,pago%20posiblemente%20quieras%20otras%20alternativas>.
- IONOS, D. g. (2020). *Digital guide IONOS*. Obtenido de ¿Qué es un servidor?: <https://www.ionos.es/digitalguide/servidores/know-how/que-es-un-servidor-un-concepto-dos-definiciones/>
- Juliet Díaz Lazo, M. A. (2 de 12 de 2010). IMPACT OF INFORMATION TECHNOLOGY AND COMMUNICATIONS (ICT) TO REDUCE THE DIGITAL DIVIDE IN TODAY'S SOCIETY.
- Mejia, Y. (2011). El frente de onda y su representación con polinomios de Zernike. *researchgate*.
- México, h. (2021). *HOSTGATOR*. Obtenido de ¿Por qué JSON es uno de los estándares más utilizados para el intercambio de información?: <https://www.hostgator.mx/blog/que-es-json/>
- mobizt. (agosto de 2021). *Github*. Obtenido de <https://github.com/mobizt/Firebase-ESP-Client>
- Oracle. (s.f.). *Oracle*. Obtenido de ¿Qué es una base de datos relacional?: <https://www.oracle.com/co/database/what-is-a-relational-database/>

- Otto Valle, O. R. (s.f.). *Monitoreo e Indicadores*. Organización de estados iberoamericanos.
- Pineda, Á. d. (2015). *COMUNICACIÓN MULTIMAESTRO A TRAVÉS DE PAR TRENZADO RS-485 (HALF-DUPLEX)* . UNIVERSIDAD DE MÁLAGA.
- RAE. (s.f.). *REAL ACADEMIA ESPAÑOLA*. Obtenido de <https://dle.rae.es/refractar>
- Rafael Camps Paré, L. A. (2005). *Bases de datos*. Barcelona: UOC.
- Santos, R. (s.f.). *Getting Date and Time with ESP32 on Arduino IDE (NTP Client)*. Obtenido de random nerd tutorials: <https://randomnerdtutorials.com/esp32-ntp-client-date-time-arduino-ide/>
- Sebastián Gallardo, J. P. (s.f.). *Protocolo NTP*. Chile: universidad tecnica federico santa maria.
- speed check.* (s.f.). Obtenido de Cliente: <https://www.speedcheck.org/es/wiki/cliente/>
- Sur, D. P. (2019). *envases plasticos dps*. Obtenido de envases plasticos dps: <https://envasesplasticosdps.com/nosotros>
- tecno zero.* (s.f.). Obtenido de Servidor NTP o Servidor de hora: <https://www.tecnozero.com/servidor/ntp/>
- Valdés, D. P. (2007). *Maestro del WEB*. Obtenido de ¿Qué son las bases de datos?: <http://www.maestrosdelweb.com/que-son-las-bases-de-datos/>
- Vidal, E. (03 de 12 de 2018). *tecnología para la industria* . Obtenido de 10 maneras en las que el monitoreo en tiempo real de la fabricación mejora la precisión y la calidad: <https://tecnologiaparalaindustria.com/10-maneras-en-las-que-el-monitoreo-en-tiempo-real-de-la-fabricacion-mejora-la-precision-y-la-calidad/>