



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

**CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y REDES DE
COMUNICACIÓN**

TEMA:

**IMPLEMENTACIÓN DE UN ENTORNO DIGITALIZADO DE SISTEMA DE
MONITOREO EN TIEMPO REAL PARA ÁMBITOS INDUSTRIALES MEDIANTE EL
USO DE LA TECNOLOGÍA IIOT**

Trabajo de Grado previo a la obtención del título de Ingeniería en Electrónica y Redes de
Comunicación.

AUTOR: LUIS ANDRIU SUÁREZ REMACHE

DIRECTOR: MSC. CARLOS ALBERTO VÁSQUEZ AYALA

IBARRA-ECUADOR

2023



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN

A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1003753637		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Luis Andriu Suárez Remache		
DIRECCIÓN:	Ibarra, La Florida, Calle Los Lirios		
EMAIL:	lasuarezr@utn.edu.ec		
TELÉFONO FIJO:	2632040	TELÉFONO MÓVIL:	0985344905

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	IMPLEMENTACIÓN DE UN ENTORNO DIGITALIZADO DE SISTEMA DE MONITOREO EN TIEMPO REAL PARA ÁMBITOS INDUSTRIALES MEDIANTE EL USO DE LA TECNOLOGÍA IIOT
AUTOR (ES):	Luis Andriu Suárez Remache
FECHA DE APROBACIÓN: DD/MM/AAAA	6/12/2023
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero en Electronica y Redes de Comunicación
ASESOR /DIRECTOR:	MSc. Carlos Alberto Vásquez Ayala

2. CONSTANCIAS

El autor (es) manifiesta (n) que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es (son) el (los) titular (es) de los derechos patrimoniales, por lo que asume (n) la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá (n) en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 6 días del mes de diciembre 2023.

EL AUTOR:



(Firma).....
Nombre: Luis Andriu Suárez Remache



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CERTIFICACIÓN:

MAGISTER CARLOS VÁSQUEZ, DIRECTOR DEL PRESENTE TRABAJO DE
TITULACIÓN CERTIFICA:

Que el presente trabajo de titulación " IMPLEMENTACIÓN DE UN ENTORNO
DIGITALIZADO DE SISTEMA DE MONITOREO EN TIEMPO REAL PARA ÁMBITOS
INDUSTRIALES MEDIANTE EL USO DE LA TECNOLOGÍA IIOT". Ha sido desarrollado
por el señor Luis Andriu Suárez Remache bajo mi supervisión.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad.

MsC. Carlos Alberto Vásquez Ayala

CC: 1002424982



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

DEDICATORIA

El presente trabajo de titulación va dedicado a mis padres, quienes han sido las personas que estuvieron desde el inicio de este largo proceso y los que me han brindado su apoyo incondicional en cada etapa de mi vida universitaria, con su paciencia, comprensión y palabras de aliento en los momentos más difíciles, de igual manera quienes soportaron mis malos días y nunca dejaron de confiar y creer en mi para así llegar a cumplir este gran objetivo de mi vida, el primero de muchos en mi vida profesional.

A mi hermano que es un pilar fundamental en mi vida y con el cual he sobrellevado muchos momentos difíciles tanto en la vida personal como en mi formación universitaria.

A mi hija que es mi motivación para seguir adelante, y por quien me he esforzado para cumplir cada uno de mis objetivos con el fin de ser un ejemplo para ella y para poder darle un futuro mejor.

Y cómo olvidar esta dedicatoria a todas las demás personas que estuvieron al pendiente de mi formación académica y cada uno de los docentes los cuales impartieron su conocimiento en cada una de las materias a lo largo de la carrera.

Luis Andriu Suárez Remache



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

AGRADECIMIENTO

Agradezco de corazón a toda mi familia, los cuales han sido un apoyo incondicional desde el inicio de mi formación universitaria, brindándome sus consejos, su paciencia y quienes me han ayudado a ser una mejor persona y un mejor profesional, un agradecimiento en especial a mi madre la cual me dado sus mejores consejos y ha estado presente en cada una de las etapas de mi vida, en especial en las más difíciles, a mi padre el cual se ha sacrificado día a día para darnos todo lo necesario para poder estudiar y salir adelante, a mi hermano que me ha ayudado a sobrellevar los momentos difíciles de mi vida.

A mis amigos de 4 patas, Willy, Akaly y los nuevos integrantes Molly y Haru, los cuales han sido mi paño de lágrimas en los momentos difíciles, en aquellas madrugadas donde las cosas parecían complicarse y siempre encontraba una muestra de cariño y me sacaron una sonrisa hasta el día de hoy que logro culminar esta etapa tan importante en mi vida y espero sigan acompañándome a lo largo de mi vida.

Un agradecimiento especial a mi director de tesis el MSc. Carlos Vásquez, quien fue el que con sus conocimientos y su paciencia supo guiarme y aconsejarme en cada etapa del desarrollo de mi trabajo de titulación convirtiéndose así en un amigo y una persona muy especial.

A mis amigos de aula Kevin P. Diego G. Axel A. siendo una parte importante a lo largo de mi formación académica, sobrellevando cada etapa tanto buena como mala sin que falte esas palabras de apoyo para nunca darnos por vencidos y es algo que siempre llevaré en mi mente.

A mi segunda casa la Universidad Técnica del Norte que me permitió ser parte de esta prestigiosa universidad y formarme tanto personal como académicamente, a cada uno de los ingenieros que impartieron sus conocimientos y sus consejos para ser mejor cada día.

Además, un agradecimiento al Ing. Jaime Benalcázar quien abrió las puertas de su empresa para poder desarrollar el trabajo de titulación brindándome sus conocimientos y la ayuda necesaria.

Luis Andriu Suárez Remache

INDICE DE CONTENIDOS

Capítulo I: Antecedentes.....	1
1.1. Problema	1
1.2. Objetivos	2
1.2.1. Objetivo General.....	2
1.2.2. Objetivos Específicos	2
1.3. Alcance	3
1.4. Justificación	4
Capítulo II: Fundamento Teórico.....	6
2.1 Monitoreo Industrial	6
2.1.1 ¿Por qué se realiza un Monitoreo Industrial?	6
2.1.2 Tecnología IIoT.....	6
2.1.3 Impacto de la Tecnología IIoT	9
2.1.4 Sistemas de Monitoreo	10
2.2 Digitalización de procesos	11
2.2.1 Beneficios de la Digitalización	13
2.2.2 Digitalización en las Industrias	14
2.3 Industria 4.0	15
2.3.1 Ventajas de la industria 4.0.....	16
2.3.2 Características de la industria 4.0	18
2.3.3 Sistemas Industriales.....	19

2.3.4 Sistemas de Adquisición de Datos	20
2.4 Placas y sensores	21
2.4.1 Placas electrónicas	21
2.4.2 Sensor.....	24
2.4.3 Tipos de sensores para adquisición de datos.....	25
2.5 Procesamiento de datos.....	27
2.5.1 PLC	29
2.5.2 Funcionamiento del PLC	31
2.5.3 Control de procesos.....	32
2.5.4 Tratamiento de los datos	33
2.5.5 Visualización de datos	34
2.5.6 Diseño de Páginas Web	36
2.5.7 Características de Páginas Web	36
Capítulo III: Diseño e Implementación.....	38
3.1 Situación Actual.....	38
3.2 Ámbito y Propósito del Sistema	40
3.3 Descripción General del Sistema.....	41
3.3.1 Diagrama de Bloques del Sistema.....	42
3.4 Metodología del modelo en V.....	43
3.4.1 Fases del Modelo en V	43
3.5 Análisis de Stakeholders	44

3.5	Encuesta de Requerimientos	45
3.7	Conclusión de la Encuesta	46
3.8	Nomenclatura de Requerimientos	46
3.9	Requerimientos de Stakeholders	46
3.10	Requerimientos del Sistema.....	48
3.11	Requerimientos de Arquitectura	52
3.12	Selección de Hardware y Software	56
3.12.1	Selección de Hardware.....	56
3.12.2	Selección de Software.....	69
3.13	Diseño del Sistema e Implementación.....	75
3.13.1	Diagrama de arquitectura del Sistema de Monitoreo (Funcionamiento)	76
3.13.2	Bloque 1 Adquisición de datos (Sensor).....	78
3.13.3	Bloque 2 Conversión de datos (PLC)	81
3.13.3	Bloque 3 Procesamiento de datos (Raspberri Pi).....	91
3.13.3	Bloque 4 Almacenamiento de datos (Firebase)	99
3.13.3	Bloque 5 Presentación de datos (Página Web)	113
Capitulo IV:	Pruebas de Funcionamiento	124
4.1	Pruebas y Validación del Sistema.....	124
4.1.1	Prueba 1: Verificar que el sensor adquiere los datos requeridos para su posterior tratamiento y análisis	125
4.1.2	Prueba 2: Verificar que los datos ingresados sean procesados en el PLC y se reflejen dentro de este	131

4.1.3 Prueba 3: Verificar la lectura y envío de datos mediante el protocolo Modbus TCP por la red LAN definida.....	139
4.1.4 Prueba 4: Verificación y almacenamiento de registros y datos en la base de datos de Firebase.....	146
4.1.5 Prueba 5: Verificar la presentación de datos en la página web mediante las gráficas establecidas.....	154
4.2 Validación del Sistema	158
4.2.1 Acceso con credenciales incorrectas	160
4.2.2 Acceso de usuario con rol de personal	161
4.2.3 Acceso de usuario con rol de administrador	164
4.2.4 Acceso a página web desde cualquier dispositivo con internet	168
4.3 Verificación de Requerimientos	171
4.4 Costo del Sistema.....	176
4.4.1 Costo del Hardware.....	176
4.4.2 Costo del Software	176
4.4.3 Costo de la Infraestructura	177
4.4.4 Costo Total del Sistema.....	177
Capítulo V: Conclusiones y Recomendaciones	178
5.1 Conclusiones.....	178
5.2 Recomendaciones	180
REFERENCIAS.....	181
ANEXOS	186

ANEXO 1.....	186
ANEXO 2.....	188
ANEXO 3.....	190
ANEXO 4.....	193
ANEXO 5.....	210

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Marco seguro mediante capas haciendo uso de tecnología IIoT	7
Figura 2 Relación existente entre IIoT y la Industria 4.0.....	8
Figura 3 Resultado del punto de vista sobre el IIoT dentro de las organizaciones.....	10
Figura 4 Proceso de digitalización.....	12
Figura 5 Tecnologías que se encuentran presentes en la Industria 4.0	16
Figura 6 Sistema de adquisición de datos	21
Figura 7 Raspberry Pi	23
Figura 8 Sensores Inductivos	25
Figura 9 Sensor ultrasónico	26
Figura 10 Sensor infrarrojo micro detector con ajuste infrarrojo	27
Figura 11 Stack de comunicación en Modbus TCP.....	28
Figura 12 Estructura general de un PLC	30
Figura 13 Ciclos que cumple el PLC Siemens S7-300	32
Figura 14 Arquitectura de funcionamiento de Angular	36
Figura 15 Sector de producción Edesa.....	39
Figura 16 Diagrama de bloques del sistema de monitoreo	42
Figura 17 Fases del V-model o Modelo en V	44

Figura 18 Sensor de proximidad inductivo PTW-AN-5A	58
Figura 19 Diagrama de sensor inductivo PTW-AN-5A.....	59
Figura 20 Sensor de proximidad ultrasónico UK1A-GP-0A.....	60
Figura 21 Diagrama de sensor ultrasónico UK1A-GP-0A	61
Figura 22 Sensor de proximidad infrarrojo FC6I/0B-1204-1F.....	62
Figura 23 Diagrama eléctrico de conexión sensor infrarrojo FC6I/0B-1204-1F.....	63
Figura 24 Raspberry Pi 4	67
Figura 25 Lógica usada en Firebase.....	70
Figura 26 Diagrama de bloques del sistema de monitoreo	75
Figura 27 Diagrama de arquitectura del Sistema de Monitoreo	76
Figura 28 Diagrama de flujo proceso de sensor.....	79
Figura 29 Datos recopilados en memoria 30, 31 y 32	80
Figura 30 Diagrama de flujo proceso PLC	82
Figura 31 Tipo de dato.....	83
Figura 32 PLC ubicado en el tablero	84
Figura 33 Diagrama simulación proceso PLC	85
Figura 34 Router para Red Local.....	86
Figura 35 Gateway Router Tp-Link.....	87
Figura 36 Credenciales de acceso al equipo	87
Figura 37 Red LAN configurada	88
Figura 38 Analizador de redes Net Spot.....	88
Figura 39 Potencia de la señal de la Red	89
Figura 40 Direccionamiento y comunicación PLC.....	90
Figura 41 Registro y puerto de comunicación Modbus TCP.....	91
Figura 42 Diagrama de flujo proceso Raspberry	92

Figura 43 Declaración cliente Modbus	93
Figura 44 Credenciales, iniciación Firebase y variables.....	94
Figura 45 URL Firebase.....	94
Figura 46 Creación de consultas	95
Figura 47 Función Callback para horno y limites.....	96
Figura 48 Ejecución de query	97
Figura 49 Creación bucle principal en el main	98
Figura 50 Diagrama de flujo proceso Base de Datos.....	100
Figura 51 Sitio oficial Firebase	101
Figura 52 Ingreso de correo y contraseña	101
Figura 53 Crear nuevo proyecto.....	102
Figura 54 Nombre de proyecto	102
Figura 55 Habilitación de Google Analytics.....	103
Figura 56 Verificación de proyecto creado.....	103
Figura 57 Creación base de datos servicio en tiempo real.....	104
Figura 58 Ubicación Realtime Database.....	105
Figura 59 Configuración de modo de base de datos	105
Figura 60 URL Realtime Database	106
Figura 61 Servicio Cloud Firestore.....	106
Figura 62 Servicio Authentication	107
Figura 63 Servicio Hosting	107
Figura 64 Creación de usuario de personal.....	108
Figura 65 Usuarios creados.....	109
Figura 66 Despliegue de página con función build.....	110
Figura 67 Ubicación y redirección de solicitudes.....	111

Figura 68 Alojamiento de página web en servicio Hosting	112
Figura 69 Diagrama de flujo proceso de la presentación de datos.....	114
Figura 70 Plantilla para desarrollo de página web	115
Figura 71 Clase y elemento página de carga	116
Figura 72 Diseño encabezado e imagen de fondo.....	117
Figura 73 Ruta de carga imagen de fondo	117
Figura 74 Ingreso de datos y botón de inicio de sesión	118
Figura 75 Diseño información y derechos de autor	119
Figura 76 Función para presentación de datos en base a límites	120
Figura 77 Función para actualización de límites	120
Figura 78 Enlace con Firebase para obtener registros	121
Figura 79 Creación de contenedores para gráficas	122
Figura 80 Diseño y presentación de gráficas	123
Figura 81 Entradas digitales para sensor.....	126
Figura 82 Simulación Input adquisición de datos	127
Figura 83 Contador para verificación de datos	128
Figura 84 Toma de datos mediante entrada digital	128
Figura 85 Verificación de datos	129
Figura 86 Ubicación de sensor en horno de producción.....	130
Figura 87 Alimentación y conexión de sensor al PLC	131
Figura 88 Dirección IP de PLC.....	132
Figura 89 Diagrama para configuración de PLC	133
Figura 90 Conexión mediante ethernet de computador con PLC	134
Figura 91 Direccionamiento de computador.....	134
Figura 92 Verificación de proceso en PLC	135

Figura 93 PLC Micrologix 1400 en sector de producción.....	136
Figura 94 Direccionamiento y conexión Modbus de PLC.....	137
Figura 95 Lectura de datos de la primera vagoneta ingresada.....	138
Figura 96 Lectura de datos en el PLC.....	138
Figura 97 Código implementado para lectura de datos con Modbus TCP.....	139
Figura 98 Código para leer registros y enviar a base de datos.....	141
Figura 99 Instalación de módulos necesarios.....	142
Figura 100 Verificación de comunicación Modbus con Modbus Poll.....	142
Figura 101 Conexión de protocolo de comunicación en software.....	143
Figura 102 Código implementado.....	144
Figura 103 Función para registros con datos leídos mediante Modbus TCP.....	145
Figura 104 Registros almacenados mediante Comunicación Modbus TCP.....	145
Figura 105 Registros generados en base de datos.....	147
Figura 106 Información de registros con el contador y tiempo.....	148
Figura 107 Invitación para colaboración en Firebase.....	149
Figura 108 Colecciones y registros en base de datos.....	149
Figura 109 Reportes de horno_tres.....	150
Figura 110 Función timestamp para ordenamiento de reportes.....	151
Figura 111 Reportes ordenados en horno_tres con la función timestamp.....	151
Figura 112 Vagoneta N° 1 ingresada en el horno_tres.....	152
Figura 113 Reportes de vagonetas ingresadas en base de datos.....	153
Figura 114 Configuración acceso de control Web.....	154
Figura 115 Ingreso a interfaz web.....	155
Figura 116 Verificación de datos generados en el navegador web.....	156
Figura 117 Gráfica tiempo de ingreso y de espera.....	158

Figura 118 Proyectos dentro de Firebase.....	159
Figura 119 Página principal para acceso a gráficas de control	160
Figura 120 Error en inicio de sesión	161
Figura 121 Acceso con usuario con rol de personal	161
Figura 122 Verificación de tiempos en la gráfica generada.....	162
Figura 123 Vagoneta que sobrepasa límites establecidos	163
Figura 124 Acceso de usuario con rol de administrador.....	164
Figura 125 Interfaz de acceso con usuario de administrador.....	165
Figura 126 Sección de usuarios	166
Figura 127 Sección para verificación y cambio de límites	167
Figura 128 Visualización de gráficas como administrador.....	168
Figura 129 Red conectada en el dispositivo móvil	169
Figura 130 Acceso mediante usuario de personal.....	170
Figura 131 Interfaz de usuario con credencial de personal.....	170
Figura 132 Acceso con usuario de administrador desde dispositivo móvil.....	171
Figura 133 Tabulación (Pregunta 1)	203
Figura 134 Tabulación (Pregunta 2)	204
Figura 135 Tabulación (Pregunta 3)	204
Figura 136 Tabulación (Pregunta 4)	205
Figura 137 Tabulación (Pregunta 5)	206
Figura 138 Tabulación (Pregunta 6)	206
Figura 139 Tabulación (Pregunta 7)	207
Figura 141 Tabulación (Pregunta 9)	208
Figura 143 Tabulación (Pregunta 11)	209

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Lista de Stakeholders	45
Tabla 2. Nomenclatura de los requerimientos	46
Tabla 3. Requerimientos de Stakeholders (StRS)	47
Tabla 4. Requerimientos del Sistema.....	49
Tabla 5. Requerimientos de Arquitectura	53
Tabla 6. Especificaciones técnicas sensor inductivo	60
Tabla 7. Especificaciones técnicas sensor ultrasónico.....	62
Tabla 8. Especificaciones técnicas del sensor infrarrojo	64
Tabla 9. Análisis comparativo para selección de sensor.....	65
Tabla 10. Criterio de selección de placa electrónica.....	68
Tabla 11. Características importantes de Firebase.....	70
Tabla 12. Requerimientos que Firebase cumple para selección	71
Tabla 13. Características de Django	72
Tabla 14. Características de React	72
Tabla 15. Características de Angular	73
Tabla 16. Tabla comparativa para aplicativo web	74
Tabla 17 Pruebas para validación de sistema.....	125
Tabla 18 Verificación de requerimientos del sistema	172
Tabla 19 Verificación de requerimientos de arquitectura	173
Tabla 20 Verificación de requerimientos de stakeholders	175
Tabla 21 Costo de Hardware.....	176
Tabla 22 Costo de Software	177
Tabla 23 Consto de Infraestructura.....	177
Tabla 24 Costo Total del Sistema	177

Resumen

El presente trabajo de grado se basa en la digitalización mediante un sistema de monitoreo en tiempo real usado dentro de ámbitos industriales, abordando los desafíos que conllevan en una industria el manejo de procesos mediante métodos manuales resulta un proceso que desgasta tiempo y personal, por lo que se realiza un enfoque al control de tiempos de ingreso y espera dentro de los hornos de producción, esto con el objetivo de brindar una mejora en la visualización de los datos recopilados en tiempo real tanto para los supervisores como para administradores, dividiendo así el proyecto en etapas.

Se realiza una adaptación de cada fase en base a los objetivos planteados con la finalidad de cumplir el alcance establecido en el proyecto, como primera fase se realiza el estado del arte con el fin de indagar en información y tener en claro cada uno de los conceptos que se aplican en las etapas posteriores dentro del sistema.

Como siguiente etapa se encuentra el Análisis de Requerimientos, para lo cual se realiza un levantamiento de encuesta, misma que permite recopilar información y tener en cuenta las necesidades de los usuarios, con esto se recopiló información clave la cual permite dirigir el enfoque del sistema hacia las necesidades, englobando así una solución mediante el Internet Industrial de las Cosas IIoT que es la cual se usa para la digitalización de procesos industriales.

En la siguiente etapa conlleva el Diseño tanto lógico como físico tomando en cuenta la arquitectura establecida para el diseño secuencial de cada uno de los bloques del sistema, con

el fin de comprobar la funcionalidad de cada uno de los elementos en el sistema y poder plasmar un diseño compacto para proceder a la implementación del sistema de monitoreo en tiempo real mismo que sea eficiente al momento de llevarse a cabo.

En la etapa de implementación se toma en cuenta tanto hardware como software el cual permitió plasmar el diseño definido, por último, el sistema se sometió a las pruebas de funcionamiento con la finalidad de cumplir con cada requerimiento establecido. Como resultado se obtiene la visualización de datos en tiempo real cumpliendo así con la digitalización del proceso y dejando a un lado los procesos manuales.

El sistema de monitoreo se aloja realizando un enlace con el servicio de Hosting dentro de la base de datos de Firebase, permitiendo así generar un dominio para la página web y de esta manera tener gestión de usuarios y visualización de datos en gráfica en tiempo real.

Abstract

This pregrade project is based on digitization through a real-time monitoring system used in industrial environments, addressing the challenges in an industry that involve the management of processes by manual methods is a process that wastes time and staff, so a focus is made to control entry and waiting times within the production ovens, this in order to provide an improvement in the visualization of data collected in real time for both supervisors and managers, thus dividing the project in stages.

An adaptation of each phase is made based on the objectives set in order to meet the scope established in the project, as a first phase the state of the art is made in order to investigate information and be clear about each of the concepts that apply in subsequent stages within the system.

The next stage is the Requirements Analysis, for which a survey is conducted, which allows to collect information and take into account the needs of users, with this key information was collected which allows directing the focus of the system to the needs, thus encompassing a solution through the Industrial Internet of Things IIoT which is used for the digitization of industrial processes.

The next stage involves the logical and physical design taking into account the architecture established for the sequential design of each of the blocks of the system, in order to check the functionality of each of the elements in the system and to be able to capture a compact design

to proceed to the implementation of the real-time monitoring system itself that is efficient at the time of being carried out.

In the implementation stage, both hardware and software were taken into account, which allowed the defined design to take shape. Finally, the system was subjected to functional tests in order to comply with each established requirement. As a result, data visualization in real time is obtained, thus complying with the digitalization of the process and leaving aside manual processes.

The monitoring system is hosted by making a link with the Hosting service within the Firebase database, allowing to generate a domain for the web page and thus have user management and data visualization in real time graphics.

Capítulo I: Antecedentes

1.1. Problema

Los sistemas industriales están integrados por dispositivos que responden a las leyes de la física como las entendemos, los mismos contienen numerosos fenómenos eléctricos y mecánicos que cambian continuamente y que se cuantifican con características medibles que llamamos variables. El correcto funcionamiento de un sistema particular depende de ciertos eventos en el tiempo y los parámetros de variables. Las variables se miden con dispositivos que convierten el fenómeno físico en una forma en la que puedan ser percibidas y procesadas. Tradicionalmente los instrumentos de medición muestran los datos en tiempo real, sin embargo, la necesidad de preservar la información para posterior análisis originó los sistemas de adquisición de datos. (Prado y Solís, 2021, pp 2)

Las herramientas actuales para el monitoreo y visualización de variables requieren de redes e infraestructuras dedicadas que permiten el registro de variables de una forma precisa, repetible, confiable y libre de errores de los datos que provienen de los dispositivos de medición. El acceso a nuevas tecnologías para aplicaciones cotidianas ha propiciado el desarrollo constante de herramientas de software orientadas a la visualización de datos, creando una manera accesible de comprender información, tendencias, valores atípicos y patrones en los datos. Las herramientas y tecnologías de visualización de datos son esenciales para analizar la información y tomar decisiones basadas en los datos. (Prado y Solís, 2021, pp 2)

El monitoreo de datos dentro de las industrias por medio de aplicaciones de visualización brinda al personal de operación y los encargados del mantenimiento, información muy importante para poder tomar decisiones en caso de algún problema o una actividad de emergencia, en este caso al aplicar mediante herramientas de software libre permite generar

una implementación de entorno digitalizado de sistemas de monitoreo de bajo costo, mismo que brinde la posibilidad de desplegar soluciones de recolección de datos para obtener información útil y para la toma de decisiones operativas. (Park y Mackay, 2003).

Todos estos campos analizados al ser presentados de manera gráfica benefician en gran parte a los encargados además de que la información está disponible para aquellos supervisores que necesitan tomar decisiones las cuales controlen la producción dentro de la empresa industrial, es por eso que, al implementarse este sistema de bajo costo en tiempo real, es una solución que ayudaría al monitoreo de procesos y a la toma de decisiones.

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo General

Implementar un sistema de monitoreo, basado en la Tecnología IIoT, utilizando sistemas embebidos, para llevar un control adecuado de la producción y la toma de decisiones en los campos operativos industriales.

1.2.2. Objetivos Específicos

- Analizar la tecnología IIoT mediante un estado del arte para comprender el funcionamiento de la digitalización de procesos industriales, funcionamiento del PLC y protocolo de comunicación para la adquisición de datos.
- Definir los requerimientos del sistema de monitoreo tanto de software como de hardware para determinar los materiales a usarse en el sistema mediante el uso del modelo en V.
- Diseñar el sistema de monitoreo, basado en los requerimientos del mismo, para la visualización en tiempo real de reportes que contribuyan al control, producción y la toma de decisiones operativas.

- Implementar el sistema de monitoreo que permita realizar pruebas de funcionamiento en el cual se evidencie el control de la producción mediante la visualización en tiempo real.

1.3. Alcance

Realizar un estado del arte, permite obtener un nivel de conocimiento amplio sobre el funcionamiento de la tecnología IIoT, así como el tipo de comunicación para adquirir datos y entender como estos datos mediante el uso del PLC son obtenidos para su posterior procesamiento y visualización de los mismos, con esto se busca realizar una buena toma de datos que permita tomar decisiones operativas mismas que vienen de la mano con la correcta producción.

Para el desarrollo del proyecto se pondrá en marcha el modelo en V, mismo que tiene las siguientes etapas:

En la etapa de requerimientos el hardware y software se irán seleccionando en base a las necesidades que vaya presentando el prototipo a lo largo del desarrollo del proyecto basándose en las fases del modelo en V. El tipo de sensores, el sistema embebido, la base de datos y la visualización en la página Web, serán elegidos de acuerdo a una comparación realizada y determinando cual se ajusta a las necesidades y que aporten a la implementación con bajo costo, tomando en cuenta los beneficios que estos brindan al sistema.

En la etapa de diseño, se diseñará el sistema de monitoreo para controlar los tiempos de ingreso de vagonetas en los hornos de producción mediante el uso del sensor que estará colocado en el ingreso de los hornos y a la vez conectado al PLC, mismo al cual se tiene acceso dentro de la empresa, para esto es necesario el uso del internet, por lo cual se colocará un Router creando una red LAN que permita acceder a internet a los equipos conectados al mismo.

Mediante el uso de un sistema embebido conectado al Router y con el protocolo de comunicación seleccionado se leerá los datos, mismos que serán enviados a una base de datos en la nube para poder ser almacenados y posteriormente procesados para la visualización.

En la etapa de implementación se desarrollará una página web la cual generará reportes del conteo de las vagonetas ingresadas en los hornos de producción, con la finalidad de poder llevar un control adecuado de la producción, además de que para el ingreso a la página web se implementará usuarios y contraseñas respectivas para que los operarios o el jefe encargado puedan ingresar y visualizar los datos obtenidos y de esta manera poder tomar decisiones operativas en cuanto a la producción según las necesidades.

En la etapa de pruebas se realizará la verificación del funcionamiento de la arquitectura, así como el funcionamiento del sistema y también a nivel de gestión de usuario, de esta manera se garantizará la funcionalidad del prototipo realizado.

1.4. Justificación

El IIOT en la actualidad juega un papel importante en la economía a nivel global, debido a que está revolucionando la forma de fabricación y los modelos de negocio, esta nueva tecnología es tendencia a nivel mundial ya que se está adoptando en la mayoría de los países debido a que las industrias quieren ir al paso de la evolución, teniendo en cuenta que el no hacerlo los pondría en un nivel inferior de competitividad en el mercado, pero el hecho de que esta revolución está afectando al mundo entero no quiere decir que todos los países vayan al mismo paso, como es de esperarse siempre habrán unos por encima de otros teniendo en cuenta que hay países más desarrollados los cuales son potencia y en este caso no es la excepción. (Portilla y Valencia, s.f., pp 4)

Según Prado y Solís (2021) “los sistemas de adquisición de datos han evolucionado a través del tiempo de grabadoras electromecánicas de datos hasta sistemas electrónicos capaces de

medir cientos de variables de forma simultánea” (p. 2), para poder tener un sistema el cual permita realizar varias de las actividades y de las decisiones que se deben tomar.

La empresa KilurTech desea tener un sistema el cual ayude a digitalizar muchos de los procesos que se realizan a mano dentro de la misma, como es el registro y el conteo de vagonetas que ingresan a los hornos de producción, de manera que todo este proceso se pueda realizar de manera rápida y que la información se encuentre disponible en tiempo real para los operarios o encargados del área de producción.

Debido a la gran necesidad de poder estar a la par de los avances tecnológicos y de la digitación de procesos industriales se considera indispensable contar con un sistema que pueda realizar la toma de datos de una manera rápida y los cuales mediante el uso de los diferentes dispositivos que forman parte del sistema puedan estar disponibles en tiempo real para varios de los encargados, usando la tecnología IIoT debido a sus grandes ventajas y sobre todo con el uso del almacenamiento de datos en la Nube lo cual permitirá visualizar de una manera rápida.

Por estas razones surge la necesidad de realizar el diseño e implementación de un entorno digitalizado de sistema de monitoreo en tiempo real para ámbitos industriales, el cual ayudara a reducir tiempos al momento del ingreso de información a una base de datos la cual almacene y muestre los mismos en tiempo real, de esta manera se logra mejorar el control de la producción y a toma de decisiones, además de que la empresa podrá seguir desarrollándose mediante el uso de nuevos sistemas digitalizados hasta poder llegar al proceso de automatización de procesos industriales.

Capítulo II: Fundamento Teórico

2.1 Monitoreo Industrial

El monitoreo dentro de las industrias es una herramienta muy importante la cual, mediante el uso de técnicas y dispositivos permite al personal de operación y mantenimiento obtener información valiosa para la ejecución de actividades y toma de decisiones dentro del campo operativo en el cual se encuentran, es por eso que el monitoreo es un punto clave cuando se habla de producción ya sea para un control adecuado o en algunos casos lograr un aumento en la producción (Prado Fiallos & Solís Suárez, 2021).

2.1.1 ¿Por qué se realiza un Monitoreo Industrial?

Dentro de los ámbitos industriales se puede encontrar muchos procesos los cuales necesitas tener un monitoreo constante para obtener los resultados esperados.

Según Prado Fiallos & Solís Suárez (2021) El monitoreo de activos de una planta industrial con la implementación de herramientas permite desplegar soluciones de bajo costo y además que permitan brindar información concreta y muy específica para poder tener un control adecuado y poder tomar las decisiones operativas adecuadas, las mismas que contribuyen al buen monitoreo en los diferentes procesos dentro del ámbito industrial.

2.1.2 Tecnología IIoT

Como se puede observar en la figura 1 a lo largo de los años tecnologías como el Internet de las Cosas (IoT) o redes de sensores inalámbricos (WSN), tecnologías como Wifi, Bluetooth han formado parte de los avances tecnológicos cuando se habla de aumentar la automatización, producción, rendimiento en sensores industriales, estas tecnologías han sido adoptadas por la

industria dando como resultado lo que ahora se conoce como el Internet Industrial de las Cosas (IIoT) (Khaled Ali & Mohammad Ayoub, 2020).

Figura 1

Marco seguro mediante capas haciendo uso de tecnología IIoT



Fuente: (Khaled Ali & Mohammad Ayoub, 2020)

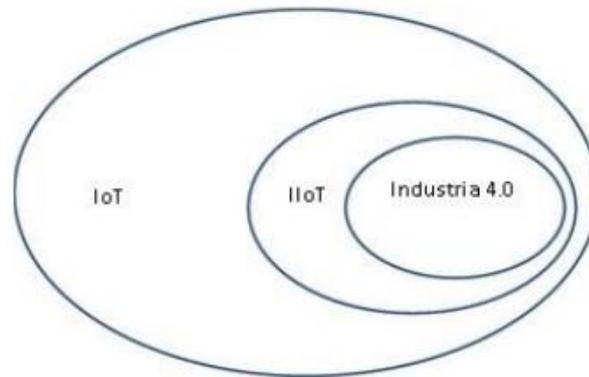
Dentro de un estudio realizado se sostiene que:

La Internet de las cosas industrial (IIoT) ha surgido como un concepto general de la aplicación de la Internet de las cosas al sector industrial. Efectivamente, es una generalización de la Industria 4.0, que parece centrarse más en la eficiencia de los procesos industriales. La visión IIoT incluye todos los aspectos de las operaciones industriales, centrándose no solo en la eficiencia del proceso, sino también en la gestión de activos, mantenimiento (Yague Zapata et al., 2020, p. 5)

Esto quiere decir que la tecnología IIoT tiene una relación fuerte con la Industria 4.0 como se puede observar en la figura 2, nos referimos así ya que se complementan entre sí para poder lograr una digitalización o en el mejor de los casos una automatización de procesos industriales.

Figura 2

Relación existente entre IIoT y la Industria 4.0



Fuente: (Yague Zapata et al., 2020)

El Internet Industrial de las Cosas (IIoT) se la defina de muchas formas, entre una de las definiciones más relevantes hace referencia a una integración entre las redes y los dispositivos utilizados en la industria, mismos que se conectan a la red para poder ser detectados, monitorizados y controlados, aumentando la capacidad de obtener información recolectada de varias fuentes para ser visualizada de forma oportuna (Valencia & Portilla, 2021).

“IIoT incorpora el aprendizaje de máquina y la tecnología de grandes volúmenes de datos (big data), aprovechando los datos de actuadores, sensores, comunicación M2M (máquina a máquina) y las tecnologías de la automatización ya existentes en diversas configuraciones industriales” (Velasquí Jaramillo & Fernández de Córdova, 2020, p. 22).

En otro análisis se afirma que:

IIoT facilita la obtención de datos, con la suficiente precisión y coherencia que se requiera, de manera que las empresas puedan captar los puntos de ineficiencia mediante un monitoreo efectivo, ahorrando tiempo, dinero y apoyando los esfuerzos de inteligencia empresarial. En lo que respecta a la fabricación, IIoT tiene un gran

potencial para el control de calidad y la eficiencia en general de toda una cadena de suministro (Velasquí Jaramillo & Fernández de Córdoba, 2020, p.22)

2.1.3 Impacto de la Tecnología IIoT

Dentro de un estudio realizado se afirma que:

IIoT aparece en la década de 2000 con las etiquetas RFID para facilitar el enrutamiento, el inventario y la prevención de pérdidas. El mayor valor estimado de las aplicaciones IIoT se refiere a las fábricas IIoT, incorpora recursos físicos y mundo cibernético, lo que lleva a la creación de sistemas ciberfísicos (CPS), que permiten, entre otros, el control de producción en tiempo real, la optimización de operaciones y el mantenimiento predictivo. Los habilitadores de IIoT son el hardware asequible, la potencia informática asequible, la estandarización, las arquitecturas y la Internet táctil. Por otro lado, las barreras de IIoT son cuestiones de seguridad, competencia tecnológica, sistemas no escalables, criticidad mixta en sistemas industriales y latencia (Alexopoulos et al., 2018, p. 881)

Otro estudio sostiene que:

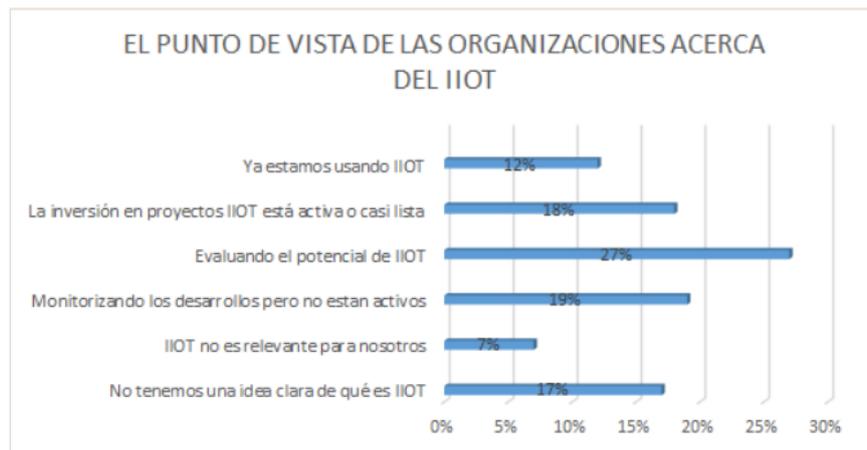
El IIOT en la actualidad juega un papel importante en la economía a nivel global, debido a que está revolucionando la forma de fabricación y los modelos de negocio, esta nueva tecnología es tendencia a nivel mundial ya que se está adoptando en la mayoría de los países debido a que las industrias quieren ir al paso de la evolución, teniendo en cuenta que el no hacerlo los pondría en un nivel inferior de competitividad en el mercado (Valencia & Portilla, 2021, p. 4).

Por ejemplo, dentro del estudio realizado por parte de los autores mencionados anteriormente se puede observar el punto de vista de las organizaciones con respecto al IIoT,

dando como resultado lo que se muestra a continuación en la figura 3 en donde se indica en porcentajes algunos aspectos que tienen que ver con el uso de esta tecnología.

Figura 3

Resultado del punto de vista sobre el IIoT dentro de las organizaciones



Fuente: (Valencia & Portilla, 2021)

2.1.4 Sistemas de Monitoreo

El monitoreo industrial es una de las técnicas que con el tiempo ha logrado tomar mucha trascendencia durante el proceso de la transformación digital, esto permite a muchas de las industrias poder controlar sus procesos industriales y en general todas las operaciones dentro de una planta o una empresa, esto viene de la mano con la automatización, no tan profundo pero tiene el mismo concepto al momento de cumplir funciones, gracias a esto se puede lograr mejorar el rendimiento y la eficacia en muchos de los procesos industriales. Ahora con la incorporación de la tecnología un sistema de monitoreo ayuda mucho a lo que es el proceso de la obtención de información de una manera óptima (Morales et al., 2019).

La utilización de un sistema o cualquier proceso que tenga innovación puede ofrecer muchos beneficios dentro una industria y de sus procesos industriales, como por ejemplo, haciendo una comparación con la empresa KilurTech mejora en la digitalización al momento

de ingresar datos de sus procesos dentro del área de producción, cabe recalcar que la utilización de un sistema de monitoreo también beneficia mucho al medio ambiente con la exclusión del uso de papel para cualquier tipo de apuntes reduciendo así el impacto ambiental y también la seguridad dentro del ambiente laboral (Morales et al., 2019).

2.2 Digitalización de procesos

Entre una de las definiciones cabe destacar el análisis realizado en donde se plantea que:

La transformación digital es un estado de innovación constante, influido por la implantación de nuevas tecnologías de información, computación, comunicación y conectividad que comprometen tres aspectos clave de las organizaciones íntimamente relacionados entre sí; en primer lugar, implica un cambio parcial o total del modelo de negocio; en segundo lugar, conlleva una re-definición y adaptación constante de los procesos operacionales y, por último, un acondicionamiento dinámico de la organización, la cultura y las personas que la integran (Vilaplana & Stein, 2020, p. 116)

Esto quiere decir que para poder definir la digitalización se necesita analizar varios aspectos los cuales intervienen en este gran cambio dentro de una empresa es por eso que el impacto que causa esta innovación tecnológica es muy grande en comparación al trabajo que se realiza dentro de las empresas que aún no adoptan dichas tecnologías.

En un análisis realizado se afirma que:

Desde fines de los años ochenta, la revolución digital ha transformado la economía y la sociedad. Primeramente, se desarrolló una economía conectada, caracterizada por la masificación del uso de Internet y por el despliegue de redes de banda ancha. Luego, se desarrolló una economía digital resultado de la expansión del uso de plataformas digitales como modelos de negocios de oferta de bienes y servicios. Y ahora se avanza hacia una economía digitalizada que basa sus modelos de producción y consumo en la

incorporación de tecnologías digitales en todas las dimensiones económicas, sociales y medioambientales (CEPAL, 2021, p. 11)

Con esto se quiere dar a conocer el proceso que se ha seguido hasta llegar a lo que ahora se conoce como la digitalización, como se puede observar en la figura 4 verificamos este valioso proceso de interconexión de dispositivos de manera automática mediante internet, con el fin de garantizar un mejor rendimiento en un sistema.

Figura 4

Proceso de digitalización



Fuente: (Lahera, 2019)

Con la llegada de la Cuarta Revolución Industrial muchas de las empresas empezaron a optar por la implantación de procesos digitalizados, esto con el fin de mejorar en cuanto al ámbito de competitividad dentro del mercado, gracias a esto es que con la implantación de la tecnología digital dentro de los procesos industriales y cualquier tipo de operación ayuda a la empresa a ganar agilidad y mejorar el rendimiento dentro de cada uno de estos procesos, como sabemos la digitalización cumple un papel muy importante y más dentro de una pequeña empresa, debido a que brinda acceso a la información de manera rápida y se logra tener un control adecuado y mejorar las respuestas para la toma de decisiones operativas. (Lahera, 2019)

2.2.1 Beneficios de la Digitalización

Conforme la digitalización ha ido tomando espacio dentro de las empresas, consigo a traído algunos beneficios los cuales contribuyen al desarrollo digital adoptado y por ende al rendimiento de la empresa.

En los últimos tiempos gracias a la digitalización una de las áreas como la logística dentro de las cadenas de suministros o también conocida como cadena de suministros 4.0, aquí se encuentra una gran relación entre muchos de los elementos físicos con los elementos digitales y conjuntamente con alguna tecnología permiten recolectar, procesar y presentar mucha información de manera más sencilla, por ejemplo, la inteligencia artificial, el Big Data, y el Cloud Computing contribuyen a la toma de decisiones de una manera simultánea para poder resolver o solventar procesos dentro de la empresa y por ende lograr optimizar el desempeño de esta (Rosales & Urbano, 2021).

Otros de los beneficios que se ha logrado identificar dentro de cualquier empresa es la flexibilidad en el trabajo, así como también la optimización de recursos tanto humanos como materiales, esto hace referencia a que muchos procesos dentro de una empresa se llevan a cabo de manera manual por un encargado en el área, es por eso que gracias a la digitalización se puede realizar todo esto de manera digital y ahorrando la mayor cantidad de recursos, esto también conlleva a otro de los beneficios como aumento en la eficacia y en relación a tiempos de trabajo, esto quiere decir que la empresa logra de manera estratégica realizar varias tareas o procesos de una manera rápida a comparación cuando no se tenía implantado la digitalización (Terrón, 2019).

2.2.2 Digitalización en las Industrias

Actualmente mucha de la información que se encuentra almacenada con respecto a procesos dentro una empresa o industria no se la aprovecha al máximo debido al tipo de tratamiento que esta recibe sin el uso de tecnologías o mediante un proceso digital, cabe recalcar que cuando aprovechamos al máximo la información recolectada esta se vuelve muy valiosa para poder entender más sobre el proceso que se está controlando o de igual manera puede ayudar a prevenir problemas que se puedan ocasionar durante dicho proceso (Fernández & Pajares, 2017).

Con esto partimos para entender como la digitalización industrial ha ganado campo dentro de varias empresas en las cuales los beneficios han sido palpables y de manera progresiva.

Un estudio sostiene que:

Cuando hablamos de Industria 4.0 o digitalización del mundo industrial nos referimos a una visión de la fabricación con todos sus procesos interconectados mediante Internet de las Cosas (IoT), con una interfaz de usuario simplificada (UX) y orientada al trabajo de campo (Mobile), con información en real-time que agilice la toma de decisiones a cualquier nivel (Analytics). En esta digitalización del mundo industrial es imprescindible una convergencia entre las operaciones reales en planta y los procesos de gestión, lo que implica la modificación de los procesos internos actuales de las empresas (Fernández & Pajares, 2017, p. 41)

2.3 Industria 4.0

En un estudio realizado se llega a la conclusión que:

La cuarta revolución industrial, es denominada por algunos autores como la era de la digitalización o Industria 4.0. Este salto paradigmático, es posible debido al crecimiento exponencial de la tecnología y de las TIC en las últimas décadas, y al constante trabajo de las industrias por adoptar y avanzar en la implementación de estas (Rozo, 2020, p. 179)

La Industria 4.0 hace una combinación entre sistemas físicos, digitales y biológicos, todo esto con la finalidad de formar una red inteligente en la cual todos los dispositivos o componentes se encuentren conectados e interactuando entre sí, esto nos hace ver de una manera diferente el mundo tecnológico y cada uno de los procesos que intervienen dentro de nuestro diario vivir (Rozo, 2020).

Todo esto lo que trata de decir es que la Industria 4.0 simplemente da a conocer un proceso de digitalización en cada sistema y dentro de los procesos industriales, a esto se le unen en el proceso de interconexión el Internet de las Cosas y cuando hablamos de procesos industriales el Internet Industrial de las Cosas, como se puede observar en la figura 5 esta industria tiene consigo tecnologías muy avanzadas dando como resultado muchas soluciones eficientes, flexibles y sobre todo realizadas de manera inteligente, con la implantación de esto lo que se busca es formar un legado en relación al término fábrica inteligente (Rozo, 2020).

Figura 5

Tecnologías que se encuentran presentes en la Industria 4.0



Fuente: (Rozo, 2020)

2.3.1 Ventajas de la industria 4.0

“La industria 4.0 presenta ventajas para la creación de valor, los modelos de negocio, los servicios auxiliares y la organización del trabajo.” (Sachon, 2018, p. 47)

Como se menciona anteriormente la industria 4.0 trae consigo algunas ventajas las cuales vienen de la mano con algunos puntos importantes los cuales deben ser tomados en cuenta.

Como primer punto se debe considerar la generación y captura de datos, con esto se quiere decir que uno de los beneficios que trae consigo es por ejemplo la facilidad de tener una conexión más rápida punto a punto y lograr un seguimiento de los activos en la red, todo esto haciendo referencia a los dispositivos conectados en la red, esto se lo logra implementado una identificación de direcciones mediante el estándar IPv6 (Sachon, 2018).

Otro punto tiene que ver con el análisis de datos ya que dentro de una industria al estar los equipos o dispositivos conectados digitalmente se puede recolectar o recopilar información o datos, además de que pueden ser optimizados y analizados de una manera más rápida, esto con

el fin de mejorar todos los procesos operacionales y poder tomar decisiones operativas. Además otra de las ventajas que brinda en este aspecto es la detección de algún tipo de complicación en la empresa o industria con el fin de resolver problemas inmersos en el sistema que se esté manejando y poder dar mantenimiento y así evitar problemas futuros (Sachon, 2018).

También podemos encontrar un punto clave que es la interacción entre hombre y máquina e cuál puede ser considerado uno de los más importantes, este trae consigo algunas ventajas si se lo desarrolla de manera correcta, como por ejemplo al integrar visualizaciones gráficas e intuitivas para el personal las cuales puedan aportar a la solución de problemas que se presenten en el sistema dentro de la empresa logrando así tener un control y una supervisión adecuada con respecto a los procesos productivos y administrativos (Sachon, 2018).

Otra ventaja muy favorable para las industrias al manejar la cuarta revolución industrial es la producción flexible, esto ocasiona que se aumente la eficiencia en los procesos y poder llevar a cabo un buen modelo de negocio, por ejemplo en el estudio realizado por Sachon, indica que la existencia de los robots como se les conoce dentro de una industria y que ayudan a diferentes procesos, ahora la implementación de un plus como es colocar sensores a los robots y que ahora adopten el nombre de cobots es una de las partes que ayudarían a reducir problemas en conjunto con los trabajadores y así poder evidenciar un crecimiento en la producción (Sachon, 2018).

Y por último punto y no menos importante se encuentra el ámbito de la propiedad intelectual, una buena implantación es clave para poder implementar varios modelos de negocio que se basen en plataformas en la Industria 4.0, con esto se debería lograr un vínculo entre los datos de producción conjuntamente con el negocio así como el vínculo entre hombre y máquina con la finalidad de lograr una conexión entre cada aspecto que beneficie el desarrollo y la producción de la industria (Sachon, 2018).

2.3.2 Características de la industria 4.0

Como se ha venido conociendo el modelo de la Industria 4.0 se centra en los datos lo cual requiere de una transformación con la integración de tecnologías dentro de las empresas o industrias, cuando se habla de la Industria 4.0 se debe mencionar puntos y características importantes, por ejemplo que esta industria se basa en la fusión de los datos externos e internos para tomar decisiones, así como también la integración de recursos dentro de la empresa con la implementación de herramientas digitales, y también se basa en la realización de trabajo simultaneo y procesos de producción (Fernández & Pajares, 2017).

Todas las personas con el pasar de los años han podido ver que el mundo real y el ciberespacio están más cerca entre sí, todo debido a la implantación de nuevas tecnologías como el Internet de las Cosas, la implantación de la Industria 4.0 en donde las máquinas prácticamente funcionan por sí solas y contribuyen al desarrollo y a la producción de la empresa o la industria, esto ha tenido un gran impacto y lo podemos palpar hoy en día con los avances que han ido surgiendo, como por ejemplo ciudades inteligentes o sistemas digitalizados y automatizados dentro de una empresa (Fernández & Pajares, 2017).

Ahora bien, centrándose en este termino de Industria 4.0 se debe tener en cuenta 4 principios muy importantes y que al momento de implantar contribuyen al éxito de la empresa, entre estos podemos encontrar los siguientes:

1. Interoperabilidad de los actores, esto básicamente se refiere al proceso de comunicación que se realiza entre los dispositivos y las personas interactuando entre sí mediante el IoT.

2. Transparencia de información, en este caso lo que se dice es que el sistema que trabaje con la información debe tener la capacidad de recopilar los datos reales siguiendo el modelo establecido y comparando con los datos de los sensores.

3. Brindar asistencia técnica a las personas dándoles a conocer información o datos los cuales puedan ser comprendidos fácilmente y de esta manera poder tomar decisiones en operaciones las cuales puedan traer algún tipo de dificultad.

4. Y también se debe conocer el punto de tomar decisiones descentralizadas lo cual quiere decir que un sistema pueda tomar decisiones automáticas siempre aportando a la solución de problemas y al buen rendimiento del sistema.

2.3.3 *Sistemas Industriales*

En una investigación se afirma que:

Los sistemas industriales están integrados por dispositivos que responden a las leyes de la física como las entendemos, los mismos contienen numerosos fenómenos eléctricos y mecánicos que cambian continuamente y que se cuantifican con características medibles que llamamos variables. El correcto funcionamiento de un sistema particular depende de ciertos eventos en el tiempo y los parámetros de variables. Las variables se miden con dispositivos que convierten el fenómeno físico en una forma en la que puedan ser percibidas y procesadas (Prado Fiallos & Solís Suárez, 2021, p. 2)

Otro de los conceptos que se puede mencionar es que un sistema industrial es la agrupación de varios procesos, para lo cual, mediante el uso de dispositivos tecnológicos, datos o procesos se logra una producción o un modelo de trabajo dentro de una industria, de esta manera se puede mantener muchos de los procesos que se manejan dentro de esta.

Al nombrar a los sistemas industriales se toma en cuenta el funcionamiento distribuido, y en conjunto se relacionan con un concepto de optimización en las industrias haciendo uso de varios procesos de producción y fabricación, todo esto conlleva a una reducción de costos, así como también un desarrollo e incremento en la eficiencia de producción, los procesos

operativos se vuelven más flexibles, esto en conjunto cumple con varios de los objetivos que tengan planteado la industria dentro de la producción y de igual manera en la competencia en el mercado se puede apreciar una mejora significativa (Mahmoud, 2012).

2.3.4 Sistemas de Adquisición de Datos

Dentro del mundo de las industrias y del mundo real cada vez va tomando más terreno la era digital todo debido a que ahora se ahorra tiempo y se puede comprender y entender mejor los datos recopilados por un sistema, como sabemos los sensores son los encargados de recopilar las señales las cuales mediante un proceso análogo digital o digital análogo son convertidas y los usuarios pueden entender mejor esta información.

En un estudio se afirma que:

Los sistemas de adquisición de datos han evolucionado a través del tiempo de grabadoras electromecánicas de datos hasta sistemas electrónicos capaces de medir cientos de variables de forma simultánea. Las herramientas actuales para el monitoreo y visualización de variables requieren de redes e infraestructuras dedicadas que permiten el registro de variables de una forma precisa, repetible, confiable y libre de errores de los datos que provienen de los dispositivos de medición (Prado Fiallos & Solís Suárez, 2021, p. 2)

Partiendo con eso se puede decir que los sistemas de adquisición de datos son un conjunto de procesos en el que fenómenos del mundo real se transforman a señales eléctricas las cuales son medidas y procesadas con una conversión análogo-digital, dentro de este proceso interviene muchos aspectos importantes como por ejemplo en la figura 6 los sensores son los encargados de tomar cualquier tipo de dato, el procesamiento de la señal y el dispositivo para poder presentar esta información de una manera entendible para los seres humanos. Dicho de una

manera más sencilla estos sistemas recopila información para poder describir o analizar cualquier tipo de fenómeno dentro de una empresa o una industria, para comprender pongamos un claro ejemplo que se vive en una Industria, personal de producción tomando datos de los hornos de producción que ingresan con materia prima, ahora con el avance tecnológico y con los diferentes sistemas tanto industriales como de adquisición de datos se la realiza de una manera más precisa y eficiente, acortando así tiempo y recursos y dando como resultado una información veraz sobre los procesos analizados (Agüero, 2018).

Figura 6

Sistema de adquisición de datos



Fuente: (Agüero, 2018)

2.4 Placas y sensores

En el desarrollo del trabajo de titulación se está tomando muy en cuenta dispositivos los cuales sean accesibles para la empresa en la cual se realiza y que sean de fácil uso, así como el uso de software y hardware libre mismas que sean fácil de conseguir información.

2.4.1 Placas electrónicas

Una de las placas electrónicas que está contribuyendo al tratamiento de un gran número de datos es la Raspberry Pi. En este caso de estudio y desarrollo del sistema se toma la decisión de hacer uso de la Raspberry Pi es básicamente una solución y un camino viable al momento

de poder compilar un programa el cual contribuya a subir los datos desde el PLC a la base de datos que se encuentra en la nube.

Todo esto se remonta a los años de 2006 y 2008 en donde Eben Upton empezaba con los primeros prototipos de microcontroladores que con el paso del tiempo se convertirían en lo que ahora conocemos como Raspberry Pi, en este caso tiempo atrás los microprocesadores se basaban en un diseño de uso móvil los cuales fueron los más potentes para brindar resultados de calidad y esto en conjunto con el pensamiento de tener una placa electrónica que sea amigable para los jóvenes y que sea utilizada de una manera sencilla.

Un estudio afirma que:

Raspberry Pi es una placa de código abierto, desarrollada en el Reino Unido por la Universidad de Cambridge, y fue creada para estimular la enseñanza informática y desarrollar el pensamiento creativo de los estudiantes, permitiendo descubrir en ellos su capacidad de razonamiento lógico porque con esta placa se puede programar en scratch (Carrillo, 2021, p. 45).

Analizando otro de los conceptos importantes y mediante un estudio realizado se afirma que:

La placa Raspberry pi es de tamaño pequeño y realiza muchas tareas similares a las de una computadora. La fundación Raspberry pi en el Reino Unido desarrolló la placa Raspberry pi. Está disponible en el mercado con una idea de computadora portátil de bajo costo a partir de 2012. Para apoyar el aprendizaje, fomentar la experimentación e innovar en los estudiantes, esta placa está diseñada. Una memoria de programa (RAM), procesador y chip de gráficos, CPU, GPU, puerto Ethernet, pines GPIO, conector Xbee, UART, conector de fuente de alimentación y varias interfaces para otros

dispositivos externos están incluidos en la placa raspberry pi (Mahesh Kumar & Kumaraswamy, 2020, p. 3)

Como podemos observar en la figura 7 básicamente todos los modelos que se han creado de las Raspberry Pi tiene algo en común, esto es que su compatibilidad con todos los modelos es increíble, se puede correr cualquier programa y en todos los modelos lo ejecutará, claro que pueden demorar un poco dependiendo del modelo, pero al final el resultado será la ejecución del programa. En general la Raspberry tienen un funcionamiento como el de una computadora, pero en un tamaño reducido a manera de placa, con esta pequeña placa se puede realizar muchas cosas dependiendo de la necesidad de quien la programe, la semejanza que tiene con la computadora es la rapidez con la que se puede realizar cualquier tipo de función (Carrillo, 2021).

Figura 7

Raspberry Pi



Fuente: (Mahesh Kumar & Kumaraswamy, 2020)

2.4.2 Sensor

Para conocer lo que ahora llamamos sensor debemos entender de donde proviene, en este caso el significado viene a ser percibir, este se considera como un dispositivo el cual da respuesta a algún estímulo o entrada generando así una respuesta a manera de señal (Nivia & Jaramillo, 2018)

El sensor es un dispositivo electrónico que brinda una respuesta a señales físicas del medio, en palabras más técnicas permite transformar una señal o un fenómeno físico a una señal análoga o digital, esto permite a muchas de las personas que hacen uso de los sensores puedan detectar una variable o una magnitud a medir y de esta manera brindar una señal de salida la cual permite obtener datos o información y entender o monitorear el medio que se desea analizar.

Según Nivia & Jaramillo (2018) “En los últimos años, los sistemas automatizados que realicen diferentes operaciones han tenido un progreso importante, y es de resaltar que los sensores, además de estar presentes en muchas partes de estos sistemas, desempeñan un papel fundamental en su funcionamiento. El sensor está tomando un lugar más importante en las interacciones diarias que cualquier otro dispositivo. Además, se está convirtiendo en parte integral del crecimiento y desarrollo tecnológico” (p. 46)

Al momento de realizar uso de los sensores es importante conocer ciertos puntos los cuales contribuyen a un mejor proceso o desarrollo del sistema que se quiera realizar, entre los aspectos importantes que se debe tener en cuenta sobre los sensores es la magnitud para la cual ha sido desarrollado, tomar en cuenta la correcta calibración en referencia a la variable a medir, así como también la precisión que brinde este y el tiempo de respuesta que tiene.

2.4.3 Tipos de sensores para adquisición de datos

Tomando en cuenta el desarrollo del presente trabajo de titulación se relaciona como el tiempo y distancia como la variable a considerar dentro del sistema de monitoreo, es por eso que se analiza los sensores para la adquisición de los datos de esta variable.

Para esto se ha tomado como referencia algunos tipos de sensores como es el infrarrojo, el sensor ultrasónico y el inductivo.

Los sensores inductivos son utilizados para medir variables como la posición o velocidad dentro de lugares o sitios difíciles de controlar, como se puede ver en la figura 8 prácticamente son conocidos como interruptores eléctricos, dentro del funcionamiento este tipo de sensor puede llegar a brindar una señal binaria de ON/OFF, así como también una señal análoga tomando en cuenta la variable distancia.

Figura 8

Sensores Inductivos



Fuente: (MES-SIGMA, 2018)

Los sensores ultrasónicos basan su funcionamiento en el principio que puede medir distancia hasta obstáculos, como podemos observar en la figura 9 este tipo de sensor tiene una particularidad al anterior ya que emite un pulso de sonido imperceptible al oído humano midiendo el tiempo que se demora el sonido hasta llegar al obstáculo, de manera más general el sensor ultrasónico mide distancia con el uso de ondas ultrasónicas, este sensor posee un emisor y un receptor para cumplir con el funcionamiento (Canto, 2018).

Figura 9

Sensor ultrasónico



Fuente: (Canto, 2018)

Los sensores infrarrojos o también conocidos como opto electricos son capaces de medir la posición de objetos, en este caso podemos mencionar el sensor MD-FC6I/0B-1204-1F Micro Detectors el cual va a ser empleado en la elaboración del sistema de monitoreo, para este el funcionamiento se basa en la emisión de señales binarias para poder indicar presencia de objetos en el cual 1 indicará presencia y 0 no presencia. Como se puede observar en la figura 10 este tipo de sensor posee la forma de herradura la cual permite detectar la presencia de objetos.

Figura 10

Sensor infrarrojo micro detector con ajuste infrarrojo



Fuente: (Micro Detectors, 2019)

2.5 Procesamiento de datos

Para el procesamiento de datos entra en juego un término muy importante que es el tipo de comunicación a utilizar, tomando en cuenta el proceso del sistema de monitoreo se debe conocer sobre la comunicación Modbus TCP

Para esto se debe empezar hablando sobre Modbus, éste es un protocolo de comunicación abierto el cual se usa para poder transmitir datos o información por medio de redes que se encuentran en serie en medio de dispositivos electrónicos, la lógica sobre este protocolo es maestro-esclavo.

Un estudio afirma que:

Modbus es un protocolo de mensajería de capa de aplicación que se basa en un modelo cliente/servidor que permite la comunicación entre dispositivos conectados en diferentes tipos de buses o redes. Modbus se introdujo en 1979, se convirtió

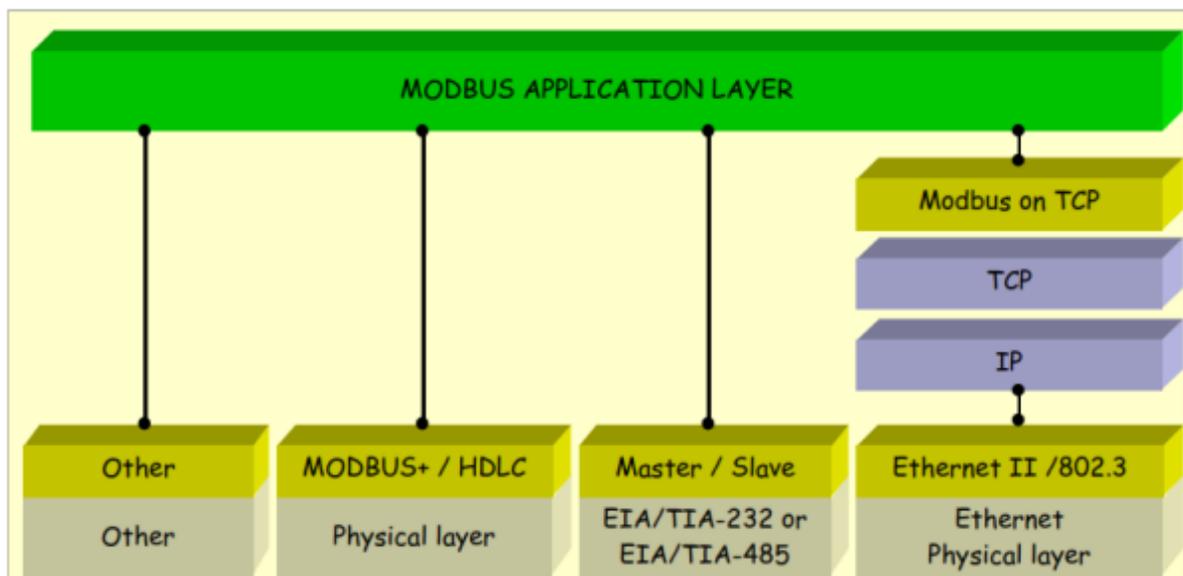
rápidamente en el estándar de facto de la industria para la comunicación en serie en redes ICS y luego se transfirió a TCP/IP (Lamshöft & Dittmann, 2020, p. 11101)

Ahora se conoce que existen varios tipos de protocolo Modbus entre, estos se encuentran el que se va a centrar el trabajo de investigación que viene siendo Modbus TCP.

La finalidad que se tuvo para poder introducir Modbus TCP fue para poder aprovechar al máximo infraestructuras LAN que hoy en día son muy comunes ver, esto quiere decir que cubre el uso de Internet mediante el protocolo TCP, este protocolo es muy usado hoy en día para conectar PLCs. Modbus TCP se puede reconocer de manera fácil a nivel de protocolo, y mediante una simple conexión se puede obtener transacciones independientes, este protocolo proporciona comunicación Cliente-Servidor como se puede observar en la figura 11 entre equipos de redes diferentes (Aguirre, 2018).

Figura 11

Stack de comunicación en Modbus TCP



Fuente: (Aguirre, 2018)

2.5.1 PLC

En un trabajo de investigación se afirma que:

Un controlador lógico programable (IEC 61131) es una máquina electrónica programable diseñada para ser utilizada en un entorno industrial, que utiliza una memoria programable para el almacenamiento interno de instrucciones orientadas al usuario, para implantar soluciones específicas tales como funciones lógicas, secuenciales, temporizaciones, recuentos y funciones aritméticas, con el fin de controlar mediante entradas y salidas, diversos tipos de máquinas o procesos (Benalcázar, 2015, p. 22)

Esto quiere decir que un PLC básicamente es un dispositivo que permite controlar varios procesos que son realizados por máquinas o de igual manera permite recibir y procesar información de algún equipo específico, dentro de este se puede realizar muchas operaciones dependiendo de la programación que se realice en el mismo.

En el campo industrial son más utilizados debido a que gracias a este se puede leer datos gracias a la intervención de los sistemas de adquisición de datos o sensores, logrando así poder controlar cualquier proceso que se quiera realizar con los diferentes equipos existentes en la industria.

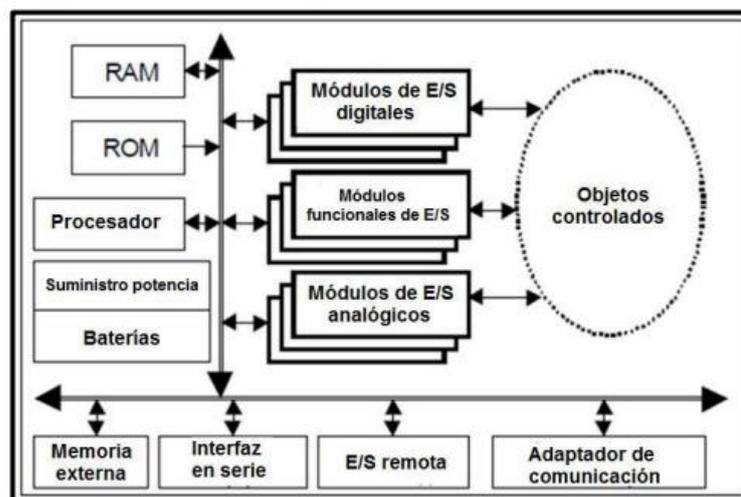
Hablando de los campos de aplicación de los PLC existe una variedad de industrias en las cuales se puede hacer uso de este dispositivo por ejemplo aeroespacial, en construcción, etc. La diferencia del PLC con una computadora es que el PLC se diseñó para que pueda recibir varias señales, este dispositivo debe relacionar la salida con la entrada para que el procesamiento sea el correcto. Así mismo el PLC trae consigo muchas ventajas, entre las más relevantes se encuentra la ejecución de operaciones en tiempo real esto gracias al tiempo de respuesta que tiene el dispositivo, otra de las ventajas es la capacidad de conexión y

compatibilidad que tienen con otros dispositivos y además presenta un lenguaje de programación entendible para los usuarios que trabajen en este equipo (Zapana, 2019).

Su estructura básicamente es a base de un sistema en el cual cómo podemos observar en la figura 12 necesita un suministro de potencia, en este caso los voltajes frecuentes utilizados son $\pm 5V$, $\pm 12V$ y $\pm 24V$, también cuenta con un CPU la cual se encarga del procesamiento del controlador y tiene la característica de realizar test para poder identificar errores, así como también los diferentes módulos de entrada salida y un procesador de comunicaciones con uno o más puertos de interfaces lo cual permiten al usuario tener control de la comunicación con los dispositivos programados (Zapana, 2019).

Figura 12

Estructura general de un PLC



Fuente: (Zapana, 2019)

2.5.2 Funcionamiento del PLC

Como se indicó anteriormente el PLC es un dispositivo electrónico, mismo que maneja principios de funcionamiento, a continuación, se describe algunas características importantes respecto al funcionamiento del PLC.

Empezamos indicando que el ciclo del PLC empieza con una función de diagnóstico, esta es ejecutada de manera rápida para que el usuario no pueda evidenciar el proceso, es decir es una función adherida al PLC que no es perceptible al usuario.

Como siguiente función se encuentra la actualización de entradas por donde ingresan las señales captadas por un dispositivo encargado de recolectar datos, en este caso estas señales se convierten en una señal binaria es decir 1 o 0, mismas que son enviadas a la Unidad Central de Procesamiento para ser almacenados en la memoria.

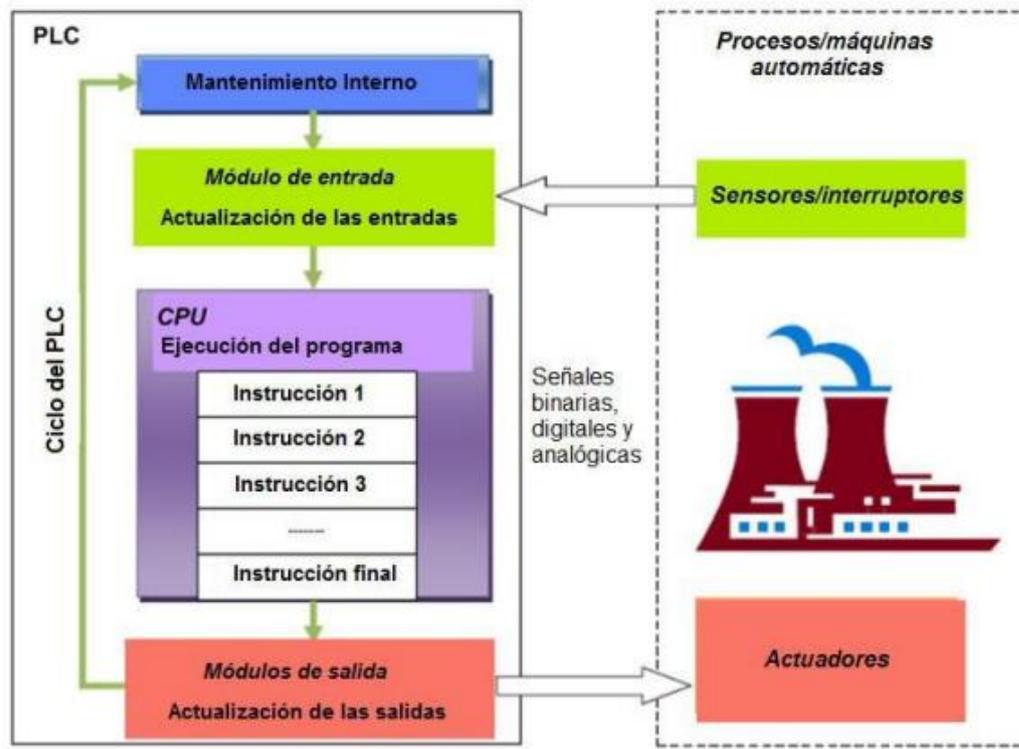
Posteriormente la función que realiza el PLC es que el CPU va a ejecutar el programa que se realizó por parte del usuario para poder obtener en este caso los resultados o las señales de salida para poder ser interpretadas.

Y el ciclo termina con la actualización de la salida en donde los datos o las señales son enviadas desde los datos de la memoria para que se conviertan en señales adecuadas.

Cabe recalcar que existe una gama grande de PLC y sus funciones dependen de cada empresa, por ejemplo, en la figura 13 se observa el funcionamiento de un PLC Siemens S7-300 en donde se muestra el ciclo que cumple para una determinada orden.

Figura 13

Ciclos que cumple el PLC Siemens S7-300



Fuente: (Zapana, 2019)

2.5.3 Control de procesos

Cuando se habla de un control de procesos se hace referencia a dos procesos o funciones claves, estas son la adquisición de datos y el control de los datos recopilados, ahora hablando sobre el área industrial el control de procesos industriales hace referencia a la obtención de algo a manera de producto cumpliendo con las especificaciones y pasando por control de calidad dentro de una empresa. Se sabe que las empresas o industrias manejan diferentes áreas en las cuales se realiza el trabajo característico de esta, el control de procesos tiene mucho que ver con las actividades que se realiza y esto se debe relacionar con la toma de decisiones operativas ya que esto contribuye para poder reducir errores humanos, además reducir los costos, así como

la minimización en el uso de insumos humanos. También existen fines de mantenimiento y de control sobre máquinas tomando en cuenta datos recopilados por un sistema de adquisición de datos el cual contribuya a predecir errores futuros (Gonzalez et al., 2017)

2.5.4 Tratamiento de los datos

Dentro de este parámetro se analiza la base de datos la cual se va a implementar para poder almacenar la información.

En un estudio se afirma que:

Firestore se considera una plataforma de aplicaciones web. Ayuda a los desarrolladores a crear aplicaciones de alta calidad. Almacena los datos en formato de notación de objetos JavaScript (JSON) que no utiliza consultas para insertar, actualizar, eliminar o agregar datos. Es el backend de un sistema que se utiliza como base de datos para almacenar datos (Khawas & Shah, 2018, p. 49).

Firestore es la plataforma perfecta para poder desarrollar aplicaciones web y móviles de manera rápida, esto con el fin de poder mejorar rendimiento de la aplicación y que brinde una interfaz y una manera fácil de utilizar para los usuarios, la particularidad de esta base de datos es que se encuentra en la nube.

Dentro de esta plataforma existen muchos servicios disponibles la cual nos brinda diferentes funciones y soluciones para el desarrollo web o móvil de aplicaciones.

Se encuentra entre estas Firestore Analytics la cual nos brinda datos o información sobre la aplicación desarrollada, la particularidad es que es la solución de medición de aplicaciones pagadas, esto quiere decir que permite al desarrollador entender la manera en que es utilizada la aplicación.

Firestore Auth se vuelve compatible con plataformas como Facebook, GitHub, etc. De esta manera la funcionalidad es la autenticación de usuarios haciendo uso de un código y un servicio de pago, esta permite también habilitar autenticación de los usuarios con los correos registrados.

Una particularidad de Firestore en la función de base de datos en tiempo real, este proceso se realiza a base de una API proporcionada al desarrollador de la aplicación en la cual permite que los datos sean sincronizados entre los clientes y sean almacenados en la nube (Khawas & Shah, 2018).

Con esto se quiere dar a conocer la funcionalidad de esta gran plataforma para el desarrollo de aplicaciones móviles y web, aparte de ser libre permite varias características que son aprovechadas para los diferentes sistemas que necesiten un sitio donde procesar y almacenar la información recopilada por parte de un sistema de adquisición de datos.

2.5.5 Visualización de datos

Existen muchas formas de presentar los datos, algunas plataformas o páginas las cuales brindan la funcionalidad de plasmar información recopilada que sea entendible para el usuario, en este caso se va a hacer uso de una plataforma muy factible como es Angular.

Hablando sobre la historia de Angular se debe saber que el concepto de single-page applications tuvo sus primeros inicios en el año de 2003, siendo en el 2005 utilizado este término por primera vez, primeramente, surgió AngularJS la cual se desarrolló en 2009 por parte de Miško Hevery y Adams Abrons, esta se desarrolló como un tipo de biblioteca de código abierto, desde ese entonces muchas versiones se lanzaron a lo largo de los años, una de las versiones que resaltan es la 2.0 debido a múltiples características significativas ya que se rediseñó el framework por completo y además se incluyó el uso de TypeScript haciéndolo así

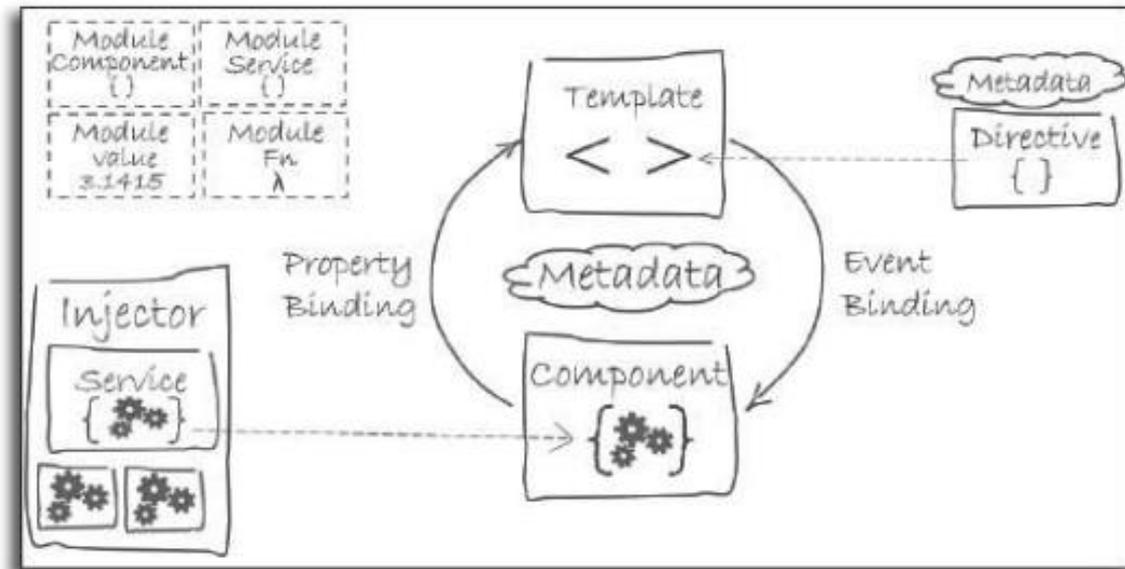
su lenguaje de programación, con esto tomo el nombre de AngularJS a simplemente Angular (Gómez & Boada, 2018).

En un estudio plasmado en el gran libro de angular se afirma que:

Angular es una plataforma que permite desarrollar aplicaciones web en la sección cliente utilizando HTML y JavaScript para que el cliente asuma la mayor parte de la lógica y descargue al servidor con la finalidad de que las aplicaciones ejecutadas a través de Internet sean más rápidas. El hecho de estar mantenido por Google, así como una serie de innumerables razones técnicas, ha favorecido su rápida adopción por parte de la comunidad de desarrolladores (Gómez & Boada, 2018, p. 12).

Angular permite el desarrollo de aplicaciones web de una sola página mediante la carga de datos de una manera asíncrona, esta plataforma mejora el rendimiento de todas las aplicaciones que son desarrolladas, la facilidad que brinda el uso de componentes es la mejora en la encapsulación lo cual favorece el mantenimiento de las aplicaciones, dentro del funcionamiento se debe mencionar que Angular es orientado a objetos y trabaja a base de clases y conjunto con el uso de TypeScript mejora significativamente a los desarrolladores de este tipo de aplicaciones (Gómez & Boada, 2018).

Como podemos observar en la figura 14 se da cuenta cómo funciona Angular conociendo el diagrama de arquitectura en el cual se relacionan los elementos principales dentro de una aplicación.

Figura 14*Arquitectura de funcionamiento de Angular*

Fuente: (Gómez & Boada, 2018)

2.5.6 Diseño de Páginas Web

Desde hace mucho tiempo las páginas web tienen mucha importancia al momento de presentar información para ciertos receptores, esto quiere decir que tiene significado de lectura, debido a que muestra o indica datos en muchos formatos, una de las características que cuenta las páginas web, son los enlaces que se encuentran inmersos para la navegación entre páginas, este proceso es posible gracias al navegador el cual toma de un servidor la información para ser presentada, cuando hablamos de navegador entra el protocolo HTTP que lo que hace es presentar las páginas web (Pacherres, 2018).

2.5.7 Características de Páginas Web

Dentro de las características más relevantes que se puede encontrar sobre las páginas web, se encuentra la conectividad, accesibilidad y la interactividad.

Cuando se habla de conectividad se hace referencia a los famosos hipervínculos los cuales permiten que la pagina tenga la opción de ejecutar algunas acciones por medio del usuario, es decir navegar mediante textos, imágenes, etc. lo cual hace posible la visualización de información de varios autores (Pacherres, 2018).

La accesibilidad se refiere al proceso mediante el cual el usuario puede visualizar información de cualquier página web, la cual es compilada y presentada en internet.

Y por último la interactividad quiere decir todo aquello que el usuario puede realizar en internet, ya que no existe un límite de acciones para realizar, esto quiere decir que se puede obtener información de cualquier tipo ya sea en texto o a manera de imágenes, además de realizar acciones como compras, interactuar con otros usuarios en línea, etc (Pacherres, 2018).

También cuando se habla de páginas web se debe tener en cuenta que la finalidad es informar al usuario, dar a conocer el estado de un proceso o cualquier tipo de información, para esto hay que tomar en cuenta que el diseño de las páginas web debe tener un diseño acorde a la información que se va a brindar, en este caso entran en juego los elementos que deben existir en las páginas web, como es el texto, ilustraciones, hipervínculos, entre otros.

Capítulo III: Diseño e Implementación

En este capítulo se lleva a cabo el diseño del trabajo de titulación y el desarrollo experimental o implementación, mismo que se basa en la metodología del modelo en V, en conjunto con un estudio de Stakeholders, así como un análisis de Benchmarking para la selección de dispositivos o sensores. De igual manera se describe el proceso de implementación en el cual se presenta el proceso que se realiza para poder crear el entorno para las pruebas de funcionamiento siguiendo los requerimientos establecidos de acuerdo a las necesidades.

3.1 Situación Actual

Edesa S.A es una empresa ecuatoriana la cual con el paso de los años ha logrado alcanzar certificaciones que le han permitido exportar sus productos a muchos países, esta empresa se encuentra dentro del sector de acabados para la construcción, griferías, materiales de construcción, sanitarios, etc.

La empresa cuenta con varios ámbitos de producción, dentro de la cual destacan la fabricación de materiales del hogar, en donde los hornos de producción son considerados como los fabricantes de todo tipo de materia prima a la cual se dedica Edesa, la producción que maneja esta empresa es día a día, por lo que llevar una correcta administración y control de producción es una de las prioridades de los dueños como se muestra en la figura 15.

Figura 15

Sector de producción Edesa



Fuente: (Edesa, 2019)

Actualmente y gracias a información proporcionada por parte de la empresa KilurTech para la cual se realiza el trabajo de investigación, se puede conocer que no existe un control de la producción, esto quiere decir que solamente se ingresa las vagonetas de producción a los hornos y no existe ningún proceso de control en el cual se pueda llevar apuntes o datos los cuales brinden información sobre el estado de producción que se tiene en esos momentos.

Jaime Benalcázar gerente de la empresa KilurTech supo manifestar que existen periodos de tiempo en donde existe una variación en la quema de los hornos de producción y por consiguiente una variación en el flujo de ingreso de las vagonetas, todo esto debido a la manipulación constante por parte de los encargados, es decir un ejemplo que se puede mencionar es la hora de la noche en donde el flujo de ingreso de vagonetas es menor al del día por lo cual estos cambios constantes ocasionan que el control sea un poco difícil de llevar en una manera adecuada y sobre todo demoroso en cuanto a la variable tiempo.

Con lo mencionado anteriormente dentro de lo que cabe en el sector de producción no se cuenta mucho menos con un control en tiempo real o que se pueda visualizar desde cualquier lugar en donde se encuentre, lo cual es una gran pérdida en tiempos y en toma de decisiones operativas debido que para llevar el control de producción se requiere estar presente dentro de la empresa y en el sector en el cual se está produciendo, y al seguir con este método de control la empresa pierde en muchos aspectos.

El gerente de KilurTech supo también manifestar el pedido realizado a su empresa sobre la solución a este problema buscando y ejecutando acciones las cuales permitan mejorar la situación actual que se vive dentro del sector de producción, es por eso que surge la idea del presente proyecto de titulación.

3.2 Ámbito y Propósito del Sistema

En cuanto a la propuesta con el presente trabajo de titulación se desarrollará un entorno digitalizado de sistema de monitoreo en tiempo real para ámbitos industriales, este tendrá dispositivos como el PLC con sensor para recolectar los datos, esto permitirá llevar un control adecuado y monitorear en tiempo real el estado en cuanto a número de vagonetas ingresada en un tiempo determinado.

El sistema se basa en la digitalización del control y visualización de la producción en el ámbito industrial en tiempo real por lo que los datos deben ser procesados de manera correcta y almacenados en una base de datos para posterior presentación en el sitio web creado para el caso, en donde de igual manera ayude a verificar si existe alguna alerta en cuanto a la producción y así poder llevar el control adecuado y poder tomar decisiones operativas de manera rápida y eficiente.

3.3 Descripción General del Sistema

El sistema de monitoreo que se quiere implementar mediante un entorno digitalizado tendrá un sensor el cual se encarga de recopilar los datos sobre el número de vagonetas que ingresan a los hornos de producción en el tiempo determinado, esto quiere decir que la variable con la que se va a trabajar es el tiempo, entonces el sensor que se va a utilizar trabajará con datos binarios los cuales mediante 1 y 0 nos indicará los datos requeridos, estos datos van a pasar al PLC en donde se determinará mediante un timer el tiempo que cada vagoneta se demora en ingresar al horno de producción.

Dentro de este sistema se va a usar un protocolo de comunicación como es Modbus TCP el cual nos va a permitir leer los datos que se encuentran en el PLC, esto lo logramos con el uso de la Raspberry, además con la programación adecuada se logrará enviar los datos desde el PLC hacia la base de datos que se encuentra en la nube por medio de la Raspberry, cabe recalcar que esto se lo realiza mediante el uso de una red LAN la cual permita tener todos los dispositivos en red.

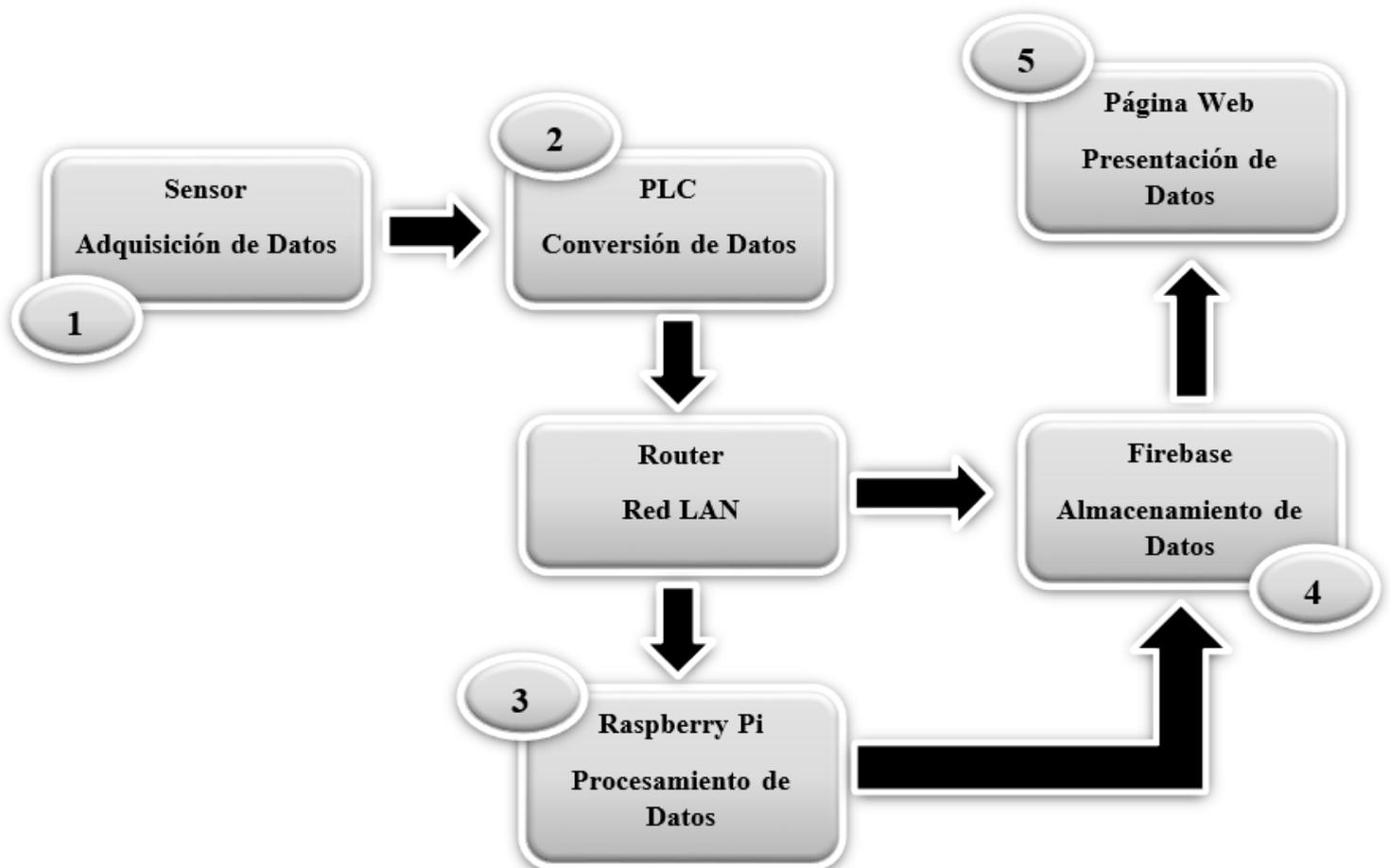
Finalmente, de la base de datos que ha sido definida con anterioridad por parte del Gerente de la empresa que es el caso de Firebase pasan estos datos a ser presentados en la interfaz gráfica web anteriormente ya desarrollada mediante Angular que ha sido uno de los requisitos del Gerente, en donde de una manera amigable para el usuario se puede verificar y llevar el control adecuado sobre la producción y así mejorar la toma de decisiones operativas.

3.3.1 Diagrama de Bloques del Sistema

En la siguiente figura 16 se observa el diagrama de bloques en el cual se indica cómo está formado el sistema de monitoreo planteado en el presente trabajo de titulación.

Figura 16

Diagrama de bloques del sistema de monitoreo



Fuente: Elaborado por el autor

3.4 Metodología del modelo en V

La realización de un proyecto por lo general se ajusta dependiendo de las necesidades que este vaya presentando a lo largo de su diseño e implementación, por lo que seleccionar un modelo o un procedimiento a seguir es de vital importancia.

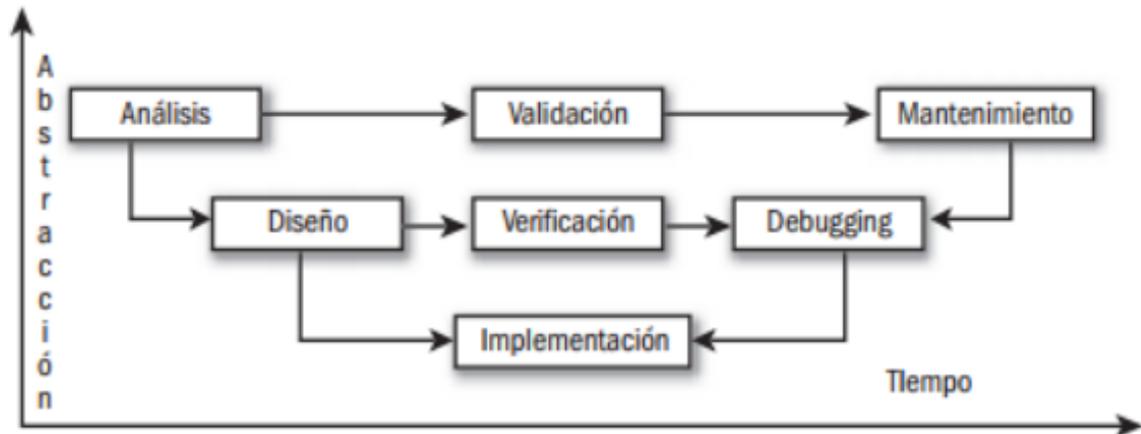
La metodología del modelo en V tiene algunos procesos para que el proyecto de investigación se lleve de una manera estratégica, dentro de estos procesos se puede mencionar la utilidad de los Stakeholders basados en la norma IEEE 29148 mismo que ayuda a entender cuáles son las verdaderas necesidades del sistema, y de esta manera poner continuar a la siguiente fase del proyecto.

El modelo en V es una metodología viable la cual permite desarrollar diferentes proyectos que se basan en software, un modelo parecido a este es el modelo de Waterfall con la diferencia de que el V-model permite una verificación y validación más completa, haciendo uso de los diferentes aspectos y métodos que influyen dentro de esta metodología (Maldonado, 2018).

3.4.1 Fases del Modelo en V

El modelo en V consta de algunas etapas o fases en donde posee una estructura compacta en la cual se puede ir definiendo metas a cumplir por bloques, en la figura 17 se puede observar las fases del modelo en V.

Este modelo parte por la etapa de análisis en donde se tiene previsto verificar las especificaciones a realizar, luego viene la etapa de diseño en donde se verifica los requerimientos tanto del sistema como de arquitectura, seguido viene la etapa de implementación en donde tomando en cuenta los requerimientos se monta el sistema y por último se tiene la etapa de verificación en donde se realiza los diferentes test, aquí se encuentra el Debugging con verificación (Maldonado, 2018).

Figura 17*Fases del V-model o Modelo en V*

Fuente: (Maldonado, 2018)

3.5 Análisis de Stakeholders

Los Stakeholders son una parte muy importante dentro del desarrollo del proyecto, ya que estos se ligan de manera directa como indirecta a lo largo del desarrollo del prototipo, dando las pautas necesarias, así como ciertos parámetros, mismos que el sistema debe cumplir con la finalidad de llevar a cabo una investigación correcta.

Con los Stakeholders se busca definir los requerimientos que un sistema debe tener para que este pueda brindar cada uno de los servicios pensado al usuario o a las personas que tienen interés en el sistema, Dentro del desarrollo del proyecto se encuentran como entes de Stakeholders, los cuales se encuentran en la tabla 1.

Tabla 1 Lista de Stakeholders

Lista de Stakeholders	
#	Entes
.1	Empresa KilurTech
.2	Jaime Benalcázar (Representante legal KilurTech)
.3	Andriu Suárez (Desarrollador del Proyecto)
.4	MSC. Carlos Vásquez (Director del Proyecto)
.5	MSC. Luis Suárez (Opositor del Proyecto)

Fuente: Elaborado por el autor

Dentro del desarrollo del proyecto siempre se van a presentar dudas, problemas y necesidades por lo que se plantea requerimientos de stakeholders, sistema y arquitectura (hardware), de esta manera se brinda una solución adecuada tomando en cuenta las necesidades tanto del usuario como del sistema.

3.5 Encuesta de Requerimientos

Esta encuesta está dirigida a los trabajadores del sector de producción conjuntamente con el Gerente de KilurTech Jaime Benalcázar el cual es el encargado de llevar cualquier diálogo y solicitud de requerimiento con la empresa Edesa para la cual se realiza el presente proyecto, todo esto con el fin de levantar información acerca de los requerimientos que los usuarios beneficiados deseen que esté en el sistema. El objetivo de la realización de esta encuesta es obtener el enfoque de todos los requerimientos que debe cumplir el sistema con el fin de satisfacer las necesidades de la empresa dentro del control de producción y la toma de decisiones operativas.

La encuesta consta de una serie de preguntas las cuales son de opción múltiples en la cual las personas encuestadas podrán seleccionar la opción que más crean conveniente tomando en cuenta las necesidades en el sector de producción. El formato de la encuesta aplicada y la respectiva tabulación se puede observar en el Anexo #.

3.7 Conclusión de la Encuesta

Tomando en cuenta la encuesta realizada en conjunto con el Gerente de KilurTech Jaime Benalcázar, se logró determinar los requerimientos de usuario los cuales son de prioridad alta y que deben formar parte del sistema con el fin de satisfacer las necesidades de una manera correcta, todos estos requerimientos se los puede observar en la tabla 3.

3.8 Nomenclatura de Requerimientos

Dentro del proyecto se debe identificar de manera correcta los requerimientos, es por eso que usar una buena nomenclatura ayudará para poder diferenciar entre cada uno de los requerimientos que se plantean y de igual manera poder tener un buen manejo de los datos, así como se muestra en la tabla 2.

Tabla 2. Nomenclatura de los requerimientos

Requerimientos	Nomenclatura
Requerimiento de Stakeholders	StRS
Requerimiento de Sistema	SyRS
Requerimiento de Arquitectura	SrSH

Fuente: Elaborado por el autor

3.9 Requerimientos de Stakeholders

El sistema que se va a implementar debe satisfacer las necesidades del usuario, es por eso que se debe listar los requerimientos solicitados por el usuario y posteriormente ser analizados en un rango de prioridad (alta, media baja), tomando en cuenta que la prioridad alta es un parámetro indispensable mismo que desea el usuario dentro del prototipo y como prioridad baja se refiere a un parámetro que puede o no ser tomado en cuenta para la elaboración del prototipo. Dentro de la tabla # se encuentra los requerimientos de stakeholders.

Tabla 3. *Requerimientos de Stakeholders (StRS)*

StRS					
Requerimientos de Stakeholders					
#	Requerimiento	Prioridad			Relación
		Alta	Media	Baja	
Requerimientos Operacionales					
StRS1	El sistema debe permitir la adquisición y visualización de datos en tiempo real para los usuarios designados.	X			
StRS2	El PLC debe tener alimentación eléctrica para su operación.	X			
StRS3	El sensor debe ubicarse en el sector de producción.	X			
StRS4	La comunicación con el PLC debe ser mediante la red independiente.	X			
StRS5	Los datos deberán almacenarse en una base de datos en la nube en tiempo real, que será Firebase la cual fue designada con anterioridad.	X			
StRS6	Los datos se podrán visualizar en la interfaz web gráfica desarrollada en Angular	X			
Requerimientos de Usuario					
StRS7	Acceso a interfaz web desde cualquier sitio con internet.	X			
StRS8	Los datos deben ser presentados de una manera entendible mediante gráficas.	X			
StRS9	Los datos deben ser visualizados por los usuarios designados en la interfaz web.	X			

Fuente: Elaborado por el autor

3.10 Requerimientos del Sistema

Cuando se habla de requerimientos funcionales del sistema, se hace referencia a la manera de como este se comporta tomando en cuenta las funciones que realiza. A continuación, en la tabla 4 se muestra los requerimientos funcionales.

Tabla 4. Requerimientos del Sistema

SyRS					
Requerimientos Funcionales del Sistema					
#	Requerimiento	Prioridad			Relación
		Alta	Media	Baja	
Requerimientos de Interfaz					
SyRS 1	Conectividad a Internet del sistema.	X			
SyRS 2	Es necesario ingresar al sistema para poder visualizar los datos recopilados.		X		
SyRS 3	La base de datos en la nube debe almacenar los datos en un formato correcto para la generación de reportes.	X			
SyRS 4	La visualización de los reportes deben ser semanales.			X	
Requerimientos de Uso					
SyRS 5	Los datos deben ser obtenidos rápidamente.		X		
SyRS 6	Se debe tener usuario designado para ingreso a página web.	X			
SyRS 7	Acceso de usuarios a página web desde cualquier sitio con internet.	X			

SyRS 8	Usuario debe encontrarse en el área de ubicación del sistema para visualización de información.		X
Requerimientos de Performance			
SyRS 9	Asegurarse que todos los datos tomados por el sensor lleguen a la base de datos.	X	
SyRS 10	El rendimiento del sistema sea a largo plazo.		X
SyRS 11	El retardo para subida de datos sea la menor posible.	X	
SyRS 12	El tiempo de espera de acceso a la página web debe ser el menor tiempo posible.		X
Requerimientos Físicos			
SyRS 13	El sensor debe ser colocado de manera correcta para mejor captación de datos.	X	
SyRS 14	Conexión del sistema al computador para visualización de datos de forma gráfica		X
SyRS 15	Los dispositivos deben soportar el ambiente de trabajo del área de producción.	X	
Requerimientos de Modo y Estado			
SyRS 16	El sistema no tomará datos cuando el área de producción este inhábil.		X
SyRS 17	El sistema se debe inicializar para poder realizar la toma de datos.	X	

SyRS 18 El sistema se debe encontrar activo en las horas X
establecidas para producción.

Fuente: Elaborado por el autor

3.11 Requerimientos de Arquitectura

Los requerimientos de arquitectura se refieren a todos los componentes y las necesidades tanto de software como de hardware tomando en cuenta las funciones que tendrá el sistema. Para esto se tomará en cuenta requerimientos lógicos, de diseño, hardware, software y electrónicos. A continuación, se listan en la tabla 5 los requerimientos de arquitectura.

Tabla 5. Requerimientos de Arquitectura

SrSH					
Requerimientos de Arquitectura					
#	Requerimientos	Prioridad			Relación
		Alta	Media	Baja	
Requerimientos Lógicos					
SrSH 1	El sensor recopilará los datos para ser analizados con los rangos establecidos de producción.	X			
SrSH 2	Se debe permitir vinculación de la placa para el envío de datos a la base.	X			
SrSH 3	Conectividad con el PLC para análisis de datos.				
SrSH 4	Compatibilidad de base de datos con la página web.		X		
Requerimientos de Diseño					
SrSH 5	La implementación del sistema debe ser de bajo costo.		X		
SrSH 6	El sistema debe ser accesible para administradores y encargados de producción.	X			
SrSH 7	Conectividad de red independiente para administración de la base de datos para subida, y presentación de datos.	X			
SrSH 8	Página web puede presentar información no tan relevante con la finalidad de hacer llamativo el diseño.			X	

Requerimientos de Hardware		
SrSH 9	El sistema debe tener un sensor capaz de medir variables definidas.	X
SrSH 10	Sensor capaz de resistir altas temperaturas en ambientes de producción.	X
SrSH 11	Los dispositivos se ubicaran en el panel de control dentro del área de producción.	X
SrSH 12	Los dispositivos deben tener disponibilidad en el mercado con un precio accesible.	X
SrSH 13	Sistema compatible con Python.	X
Requerimientos de Software		
SrSH 14	Se debe contar con lenguaje de programación de código abierto.	X
SrSH 15	El sistema alojará información en una base de datos como servicio en la nube.	X
SrSH 16	Únicamente el desarrollador podrá ingresar a la base de datos para verificar funcionamiento del sistema.	X
SrSH 17	La base de datos debe tener capacidad de manejar volúmenes de datos considerables.	X
Requerimientos Eléctricos		
SrSH 18	Sensor debe contar con fuente de alimentación.	X

SrSH 19	El PLC debe contar con la fuente de alimentación y conexión.	X
SrSH 20	Conexión a internet para ordenador puede ser mediante cable Ethernet.	X
SrSH 21	El sistema en general debe tener fuente de alimentación y conexión a internet.	X

Fuente: Elaborado por el autor

3.12 Selección de Hardware y Software

Para poder realizar el proceso de selección de Hardware y Software se hace uso de la técnica de Benchmarking en la cual se debe tomar en cuenta las variables que se va a medir, En este caso se determinó como variable el conteo de ingreso de vagonetas a los hornos de producción.

Una vez conocida la variable a medir, se procede a realizar una comparación de sensores que pueden servir para poder extraer los datos que se necesita, basándose en el datasheet de cada uno de estos para conocer y extraer las características principales de cada uno de los sensores analizados. De igual manera para la selección del sensor más óptimo se toma en cuenta el criterio de disponibilidad en el mercado y costo de los mismos.

3.12.1 Selección de Hardware

La inclusión de hardware en un proyecto que consta de sistemas electrónicos es muy importante debido a que es un pilar importante para que la implementación del proyecto se lleve a cabo, caso contrario sin la existencia de hardware simplemente quedaría como una idea plasmada.

Dentro de esto debemos dejar claro que el hardware es un conjunto de componentes físicos el cual forma un sistema electrónico, esto quiere decir que son componentes tangibles y que sin ellos un sistema no se podría implementar (Maldonado, 2018).

El hardware que se va a utilizar en el desarrollo del presente proyecto para la elaboración del sistema es hardware libre, debido a los beneficios que este ofrece en la implementación de proyectos electrónicos, y sobre todo porque es hardware compatible con el software a utilizar, en este caso se va a utilizar como hardware la placa electrónica y el sensor para adquisición de datos, mismo que se encuentra ya adquirido e inmerso en el área de producción.

3.12.1.1 Sensores

Como se puede entender los sensores son dispositivos que ayuden a obtener una respuesta que se puede medir, tomando como referencia un cambio físico, en algunos casos más usados para poder medir temperatura, presión, etc. Esto no quiere decir que los sensores solo llegan a medir este tipo de variables, sino que existe una gama de sensores los cuales ayudan a obtener datos tomando en cuenta un sinnúmero de variables y también dependiendo del sistema o del prototipo que se quiera realizar (Maldonado, 2018).

En el caso del presente proyecto dentro del capítulo II se dio a conocer los conceptos sobre sensores y de igual manera los diferentes sensores utilizados para adquisición de datos en el caso del trabajo de titulación tomando en cuenta la variable de distancia y relacionado con el tiempo, de igual manera se toma en cuenta el ambiente en el cual va a ser utilizado. A continuación, se puede ver los sensores comparados con sus respectivas características, y para lo cual se realiza la comparación con el fin de obtener el dispositivo adecuado y que más resulte conveniente para el desarrollo del proyecto.

Para poder continuar con la selección se ha tomado en cuenta tres tipos de sensores, inductivos, ultrasónicos y los infrarrojos, se hizo la selección de estos en conjunto con el Gerente de KilurTech el cual mencionó haber trabajado con los tres tipos y son los que se acercan más a las necesidades y requerimientos del presente trabajo de titulación.

3.12.1.2 Sensor de proximidad inductivo PTW-AN-5A

Figura 18

Sensor de proximidad inductivo PTW-AN-5A



Fuente: (AutomationDirect, 2023a)

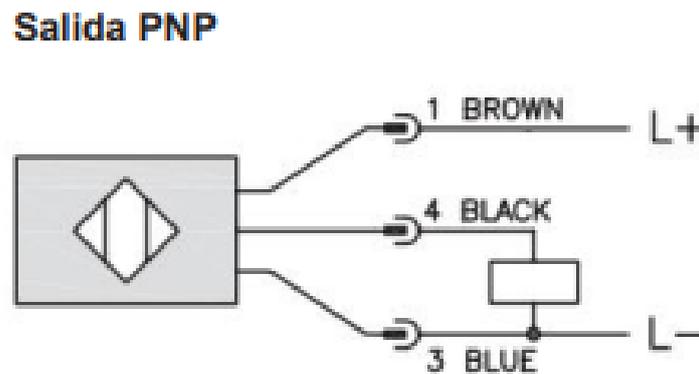
En la figura 18 se puede ver que este modelo pertenece a los sensores de proximidad inductivos, esto quiere decir que detectan presencia de objetos en este caso metálicos a una distancia corta, se toma como referencia una medida de hasta 1.5 pulgadas. La manera de detectar la presencia de materiales metálicos, este sensor lo hace por medio de la creación de un campo electromagnético alrededor de una superficie de detección la cual se ve interrumpida cuando un cuerpo o un objeto metálico pasa por dicho campo. Esto quiere decir que un cambio en la amplitud del campo electromagnético causado por este objeto será detectado por un circuito de umbral dentro del sensor, señalando la presencia del objeto a un dispositivo de control conectado, como un PLC o un relé (AutomationDirect, 2023a).

Una de las características de este sensor es que tiene que ver mucho con el tipo de metal al cual se somete al control, por ejemplo, metales ferrosos son los que permiten detección de mayores distancias al sensor, otro tipo de metal ya reduce el rango de detección.

En la figura 19 podemos observar el diagrama del sensor inductivo en donde se puede observar que tiene una salida PNP lo que significa que la salida proporciona un nivel alto, es decir se conecta con voltaje positivo y detecta la señal lógica alta.

Figura 19

Diagrama de sensor inductivo PTW-AN-5A



Fuente: (AutomationDirect, 2023b)

También a continuación se presenta las especificaciones técnicas sobre este sensor inductivo de proximidad, el cual tiene 30mm de diámetro x 50mm de cuerpo, mismo que posee una carcasa de acero inoxidable y muchas características más.

Se ha tomado como referencia algunas características importantes que se detallan en la tabla 6, en donde se puede conocer datos los cuales benefician para realizar la comparación de los dispositivos y seleccionar el adecuado.

Tabla 6. Especificaciones técnicas sensor inductivo

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
Dimensiones	Cuerpo de 30 mm de diámetro x 50 mm
Peso	50g
Voltaje de funcionamiento	10 a 30 VCC
Corriente de funcionamiento	200mA
Temperatura de funcionamiento	-25 a 70°C
Distancia de detección	20 mm
Retraso de tiempo antes de la disponibilidad	10ms
Tipo de salida	PNP
Fiabilidad	Alta

Fuente: (AutomationDirect, 2023b)

3.12.1.3 Sensor de proximidad ultrasónico UK1A-GP-0A

Figura 20

Sensor de proximidad ultrasónico UK1A-GP-0A



Fuente: (AutomationDirect, 2023a)

En la figura 20 se observa que estos tipos de sensores ultrasónicos tienen muchos usos, entre los más importantes se encuentran las aplicaciones en la cual un objeto formado por materiales de superficies claras, transparentes o colores variables puede ser detectado. Otra de las características es que se puede estandarizar un sensor para muchos materiales, sin ninguna configuración adicional ni preocupaciones de detección.

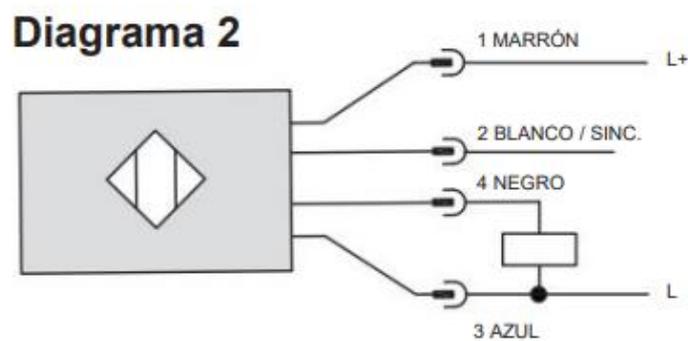
El principio de funcionamiento de este tipo de sensores se basa en la emisión de una onda de sonido a una frecuencia alta con una duración que es corta, entonces el sensor al encontrar un objeto lo refleja a manera de eco al sensor ultrasónico, posteriormente calcula la distancia hacia el objeto y tomando en cuenta el tiempo entre este proceso.

Una de las características de este sensor es que al momento de usar las ondas de sonido para detectar el metal este no se afectado por el color, la transparencia, ya sea el brillo o cualquier condición que tenga que ver con la iluminación.

En la Figura 21 se muestra el diagrama que presenta el sensor ultrasónico, el cual pertenece a una salida PNP la cual como en el caso anterior brindara una respuesta o alerta activa de la presencia de un objeto.

Figura 21

Diagrama de sensor ultrasónico UK1A-GP-0A



Fuente: (AutomationDirect, 2023c)

Las especificaciones del sensor se pueden observar en la tabla 7.

Tabla 7. Especificaciones técnicas sensor ultrasónico

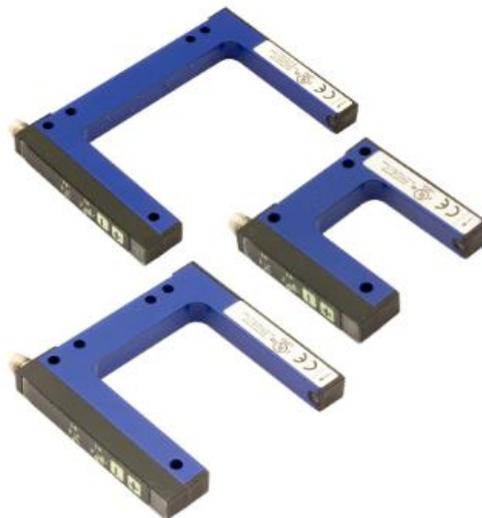
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
Dimensiones	Cuerpo de 18 mm de diámetro x 83,6 mm
Peso	100g
Voltaje de funcionamiento	10 a 30 VCC
Corriente de funcionamiento	100mA
Temperatura de funcionamiento	-20 a 70°C
Distancia de detección	100 mm
Retraso de tiempo antes de la disponibilidad	300ms
Tipo de salida	PNP
Fiabilidad	Media

Fuente: (AutomationDirect, 2023c)

3.12.1.4 Sensor de proximidad infrarrojo FC6I/0B-1204-1F

Figura 22

Sensor de proximidad infrarrojo FC6I/0B-1204-1F



Fuente: (Micro Detectors, 2019)

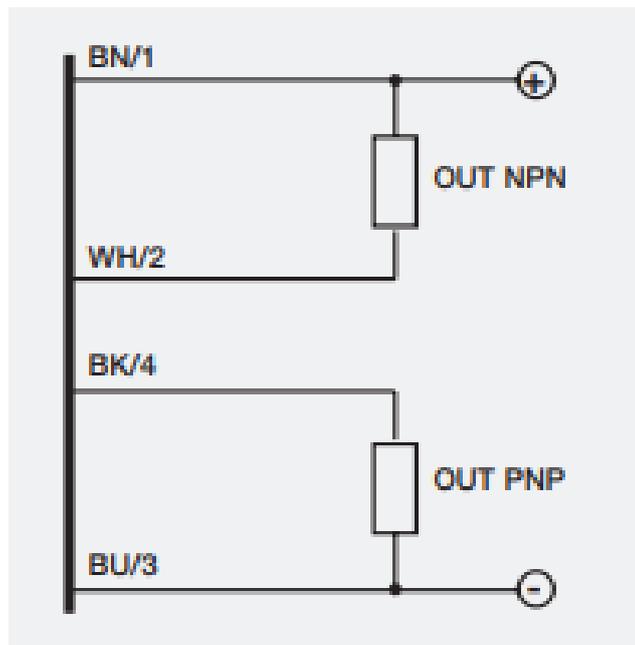
Los sensores infrarrojos o fotoeléctricos son un tipo de sensores que basan su funcionamiento en la detección de cuerpos metálicos mediante el uso de un haz de luz o emisión láser el cual ayuda a verificar la presencia de cuerpos mediante el corte del haz, dando como resultado una respuesta a manera de señal la cual verifica el proceso de detección.

En la figura 23 se puede observar el diagrama eléctrico de conexión del sensor infrarrojo mediante el cual se puede observar que tiene salida tanto NPN como PNP, ya que este sensor al tener la forma de una herradura utiliza la estructura para poder realizar la detección de los objetos mediante el haz de luz o el láser que se emite.

Algunos de los beneficios que brinda este sensor es la distancia de detección ya que es muy precisa y no presenta fallas al momento de su funcionamiento y además facilita la conexión con otros sistemas como el PLC.

Figura 23

Diagrama eléctrico de conexión sensor infrarrojo FC6I/0B-1204-1F



Fuente: (Micro Detectors, 2019)

En la tabla 8 se puede observar las especificaciones técnicas del sensor infrarrojo analizado.

Tabla 8. Especificaciones técnicas del sensor infrarrojo

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
Dimensiones	Ancho ranura de detección 120mm - Profundidad ranura de detección 42mm
Peso	90g
Voltaje de funcionamiento	12 a 24 VCC
Corriente de funcionamiento	100mA
Temperatura de funcionamiento	- 20° a + 60°C
Distancia de detección	120mm
Retraso de tiempo antes de la disponibilidad	≤200ms
Tipo de salida	NPN - PNP
Fiabilidad	Alta

Fuente: (Micro Detectors, 2019)

3.12.1.5 Selección del sensor

Para la selección del sensor adecuado para trabajar en el presente trabajo de titulación se ha realizado una tabla comparativa en la cual se toma algunos parámetros, a continuación, en la tabla 9 se observa la comparación entre cada uno de los sensores con la finalidad de elegir el más idóneo y que contribuya a los requerimientos del proyecto.

Tabla 9. Análisis comparativo para selección de sensor

COMPARACIÓN SENSORES DE ADQUISICIÓN DE DATOS			
Parámetros	Sensores		
	Sensor Inductivo	Sensor Ultrasónico	Sensor Infrarrojo
	PTW-AN-5A	UK1A-GP-0A	FC6I/0B-1204-1F
Fiabilidad	Alta	Media	Alta
Sensibilidad de temperatura	-25 a 70°C	-20 a 70°C	- 20° a + 60°C
Distancia de detección	10mm	50-400mm	120mm
Disponibilidad	Estados Unidos	Estados Unidos	Quito
Precio	\$264	\$252	\$221

Fuente: Elaborado por el autor

Para la selección del sensor se tomó como referencia proyectos anteriormente implementados en la empresa, cabe recalcar también que el criterio tomado viene a ser en parte el precio, la fiabilidad que brinda con las pruebas realizadas por parte del Gerente en proyectos anteriores, la disponibilidad y también la distancia de detección.

Tomando como referencia la tabla 9, el sensor que más se adapta a las necesidades es el sensor infrarrojo FC6I/0B-1204-1F, ya que tiene una fiabilidad alta, y es el único que proyectos anteriores brindó una detección correcta en objetos, los dos sensores restantes presentaron problemas dando resultados errores en la detección, además el sensor infrarrojo tiene una distancia de detección adecuada de los objetos, lo cual es muy importante en este trabajo de titulación, y también existe disponibilidad y el precio a comparación a los demás es el más idóneo para que contribuya a que el sistema sea de bajo costo. Otro de los puntos importantes que se analizó es la resistencia del sensor a trabajar en ambientes con temperaturas elevadas y sobre todo el rendimiento y desempeño durante la toma de datos.

3.12.1.6 Placa Electrónica

Para la elección de la placa electrónica se toma como referencia algunas funciones que se va a realizar, en este caso no fue necesario realizar una comparación tan exhaustiva debido a que el objetivo de usar la placa es claro, poder obtener los datos y poder subirlos hacia la base de datos que se va a implementar, se podría realizar la comparación con una computadora pero el embebido seleccionado cumple básicamente las mismas funciones, es por eso que se realiza la selección de manera rápida sobre la placa a usar.

Como se puede ver en capítulos anteriores ya se ha determinado la placa electrónica a usar, que va a ser una Raspberry Pi, la cual hoy en día es una tarjeta que es una computadora completa la cual cabe en la mano, con ella se puede realizar lo mismo que una portátil y cabe recalcar que dependiendo de las necesidades y requerimientos la mejor opción es el uso de este sistema embebido.

La Placa de la figura 24 es la Raspberry Pi 4 la cual es el sistema embebido que va a servir para poder recibir los datos y poder llevarlos hasta la base de datos seleccionada, uno de los puntos y características que tiene es la capacidad para procesar los datos adquiridos por los demás dispositivos y otro de los puntos altos para la selección es el precio y la disponibilidad por parte de la empresa KilurTech.

Figura 24*Raspberry Pi 4*

Fuente: (Mahesh Kumar & Kumaraswamy, 2020)

En la tabla 10 se realiza una pequeña comparación con el dispositivo anteriormente seleccionado, haciendo referencia con un computador el cual cumple funciones iguales con la placa electrónica, se tomó en cuenta algunos de los requerimientos de arquitectura para poder realizar la valoración con un “1” si cumple el requerimiento, o con un “0” si no cumple el requerimiento.

Esto con la finalidad de dar a conocer la mejor opción para poder utilizar en el sistema, siempre basándose en las necesidades de los usuarios y en base a los requerimientos ya definidos anteriormente.

Tabla 10. Criterio de selección de placa electrónica

REQUERIMIENTOS	HARDWARE	
	Raspberry Pi	Computador
SrSH4	1	0
SrSH6	1	1
SrSH9	1	1
SrSH10	1	0
SrSH11	1	1
Valoración	5	3

Criterio de elección: En este caso la placa perteneciente al hardware más ideal es la Raspberry Pi debido a que cumple con los requerimientos del sistema, además de que cumple funciones iguales a la de un computador por lo que tomando en cuenta precio e implementación, el más idóneo viene a ser la placa electrónica Raspberry Pi, aunque no se debe quitar funcionalidad al computador ya que se puede realizar el mismo proceso con este dispositivo.

Fuente: Elaborado por el Autor

En base a la información presentada en la tabla comparativa 10, se puede ver que el dispositivo para idóneo viene a ser la Raspberry Pi, la cual presenta características que benefician a los requerimientos del presente sistema, un punto muy importante es la capacidad de procesar los datos que serán extraídos del PLC, además de que permite conexión a internet y se enlaza de manera correcta al momento de subir los datos a la base de datos localizada en la nube.

3.12.2 Selección de Software

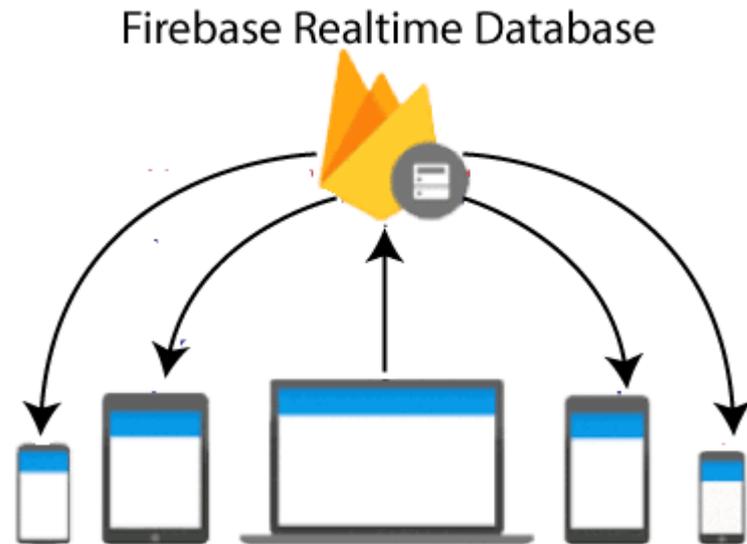
En la selección de software se hace referencia en este caso a la base de datos que se va a utilizar, así como también la plataforma para la creación del sitio Web. Para empezar, se ha decidido trabajar con Firebase como la base de datos, debido a sus múltiples beneficios y características que se adaptan a los requerimientos y necesidades del presente trabajo de titulación. Las características importantes de Firebase se encuentran en la tabla 11.

3.12.2.1 Base de datos a usar (Firebase)

Firebase es una Real-time Database, la cual es una base de datos NoSQL, la característica de esta base es que se basa en la Nube, lo que quiere decir que los datos los almacena y los sincroniza en tiempo real para los usuarios, lo más importante que se encontró en este tipo de base de datos es que el administrador puede colaborar en algunos dispositivos y se puede desarrollar aplicaciones sin la necesidad de un servidor.

Esto quiere decir que al ser una base de datos netamente de Google, ellos se encargan de los servidores que el usuario requiera según sus necesidades, otro de los beneficios también se encuentra la velocidad de desarrollo que provee esta base de datos, debido a que ayuda a los desarrolladores a reducir el tiempo en el desarrollo de aplicaciones, además de que permite una administración completa y además al ser una base de datos NoSQL no existe la necesidad de utilizar alguna estructura para la administración de los datos en cuanto a flexibilidad y prestación de servicios.

Como se puede observar en la figura 25 el beneficio de Firebase es que los datos se encuentran disponibles en tiempo real para usuarios web o móviles, los cuales pueden colaborar entre sí.

Figura 25*Lógica usada en Firebase*

Fuente: (javaTpoint, 2021)

Las características que hacen ideal a Firebase se encuentran en la tabla 11 presentada a continuación.

Tabla 11. Características importantes de Firebase

Características de Firebase	
N°	
1	Base de datos en la Nube
2	Alojamiento de aplicación sin necesidad de servidores.
3	Administración de datos en tiempo real
4	Ofrece gestión de usuarios
5	Operaciones muy sencillas para administrar datos
6	Servicio de Backup
7	Optimización para uso sin conexión
8	Seguridad sólida basada en usuarios

Fuente: (javaTpoint, 2021)

Para poder seleccionar esta base de datos se relacionó también con algunos de los requerimientos planteados en el trabajo de titulación para el diseño del sistema, en la tabla 12

se presenta los requerimientos analizados y de igual manera se indica que la base de datos seleccionada cumple con todos estos requerimientos.

Tabla 12. Requerimientos que Firebase cumple para selección

Requerimiento	Software (Base de Datos Firebase)
	Cumple
SrSH4	Sí
SrSH13	Sí
SrSH15	Sí
SrSH16	Sí

Fuente: Elaborado por el autor

El criterio de selección de la base de datos mencionada anteriormente se basa en la funcionalidad de la misma, en primer lugar, es una base de datos que para el presente proyecto es considerado como software libre, no se requiere pagar ningún valor para el almacenamiento en la nube, otra de las características importantes es que se encuentra alojada en la nube y además es compatible con Angular el cual será el software para diseñar el sitio web, otro de los puntos importantes de Firebase es la posibilidad de poder realizar parte del diseño del sitio web desde allí.

3.12.2.1 Software para desarrollo de Página Web

Para poder seleccionar el software a utilizar para la creación del sitio web, se toma en cuenta algunos puntos importantes como la compatibilidad con el demás software, de igual manera la funcionalidad y la capacidad del software para poder cumplir con algunos parámetros importantes en el sistema.

Para la selección se ha tomado como referencia algunos softwares los cuales brindan funciones muy buenas para el desarrollo de aplicativos webs, se encuentra React, Django y Angular para lo cual se analiza características relevantes de cada uno de estos softwares.

-Django

Este software es un framework para aplicativo web de código abierto, este es un entorno de desarrollo de Python el cual permite un desarrollo ágil, en la tabla 13 se puede apreciar algunas de las características de este software.

Tabla 13. Características de Django

Características de Django	
N°	
1	Brinda autenticación de usuarios
2	Rendimiento y flexibilidad en los proyectos
3	Trabaja con un patrón MVC que es un Modelo Vista Controlador
4	Ofrece variedad de paquetes de librería
5	Protección para las aplicaciones
6	Estructura de código autogenerado

Fuente: (Domínguez, 2019)

-React

Este software es una biblioteca perteneciente a JavaScript la cual brinda funcionalidades para poder crear interfaces de usuarios, en la tabla 14 se observa algunas características importantes.

Tabla 14. Características de React

Características de React	
N°	
1	Es una aplicación de una sola página
2	Contiene componentes reutilizables
3	Mejora el rendimiento en la renderización de páginas
4	Crea tomando en cuenta usuario y servidor
5	Flujo de datos unidireccional

Fuente: (Domínguez, 2019)

-Angular

Angular es un framework de código abierto el cual se encuentra mantenido por Google, brinda funciones como desarrollar aplicaciones web, el desarrollo se realiza mediante TypeScript y brinda soluciones bastantes flexibles y escalables, en la tabla 15 se puede apreciar algunas de las características más importantes de Angular.

Tabla 15. Características de Angular

Características de Angular	
N°	
1	El desarrollo se realiza por medio de TypeScript
2	Brinda enlace de datos o data binding
3	Tiene compatibilidad móvil y de escritorio
4	Optimización de velocidad y rendimiento
5	Creación de interfaz rápida y eficaz
6	Posee enlace bidireccional de datos
7	Aplicaciones web más ligeras

Fuente: (Gómez & Boada, 2018)

Tomando en cuenta alguna de las características analizadas anteriormente se realiza una comparativa tomando en cuenta algunos requerimientos planteados y criterios personales, en la tabla 16 se presenta la tabla comparativa en donde un “1” indica que sí cumple y un “0” que no lo hace.

Tabla 16. Tabla comparativa para aplicativo web

COMPARACIÓN DE SOFTWARE PARA SITIO WEB			
Requerimientos	Software		
	Django	React	Angular
SrSH4	1	1	1
SrSH5	1	1	1
SrSH12	1	1	1
SrSH15	1	1	1
Total	4	4	4

Nota: Tomando en cuenta que los tres software elegidos cumplen con los requerimientos, se toma como criterio de selección la compatibilidad, flexibilidad y procesamiento que tiene con la base de datos de Firebase, en donde opiniones personales brindaron el criterio sobre Angular, la cual viene ligado dentro de Firebase para poder realizar el desarrollo de la página web, es por eso que el software seleccionado viene a ser Angular.

Fuente: Elaborado por el autor

Gracias a la comparativa realizada y tomando en cuenta las características de Angular se hace la selección, debido a que tiene la capacidad de procesamiento y flexibilidad en el desarrollo web, haciéndolas más ligeras y obteniendo una interfaz eficaz.

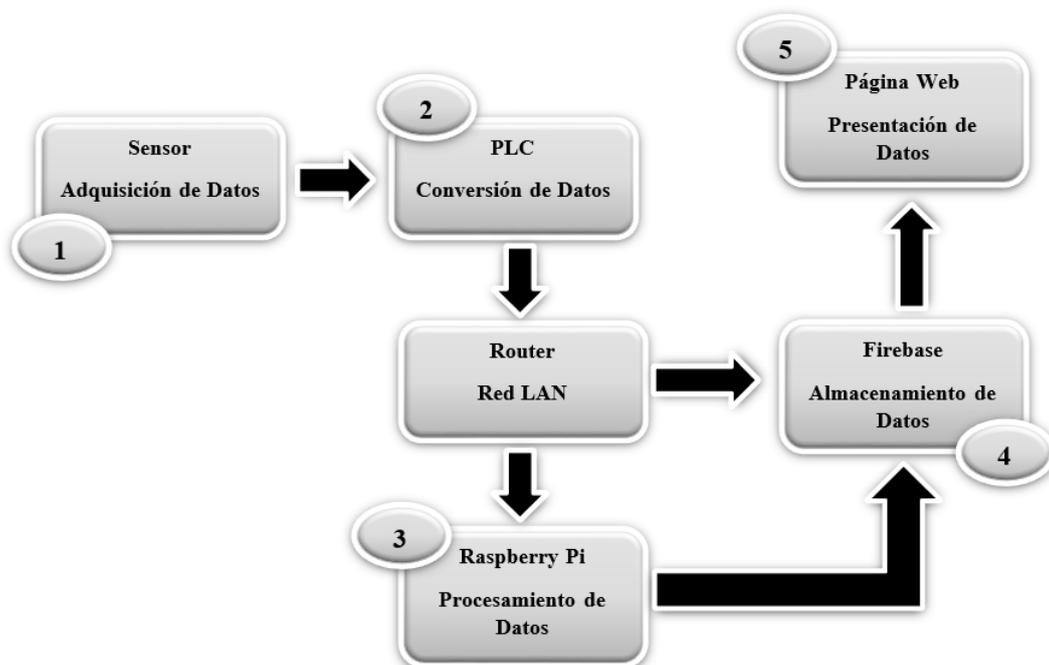
3.13 Diseño del Sistema e Implementación

Una vez finalizado el proceso de estudio y análisis de requerimientos para el diseño del sistema de monitoreo del presente trabajo de titulación, y además una vez finalizado la selección de hardware y software se procede a realizar el diseño del sistema, el cual consta el procedimiento de cómo van a estar conectados los diferentes dispositivos ya antes seleccionados, esto quiere decir se indicará el proceso que sigue desde la adquisición de datos por parte del sensor hasta la visualización de los mismos en el sitio web, de esta manera se inicia el diseño del sistema tomando en cuenta el diagrama de bloques del sistema como se muestra en la figura 26.

Además, dentro de este apartado se encuentra la documentación de la implementación realizada bloque a bloque.

Figura 26

Diagrama de bloques del sistema de monitoreo



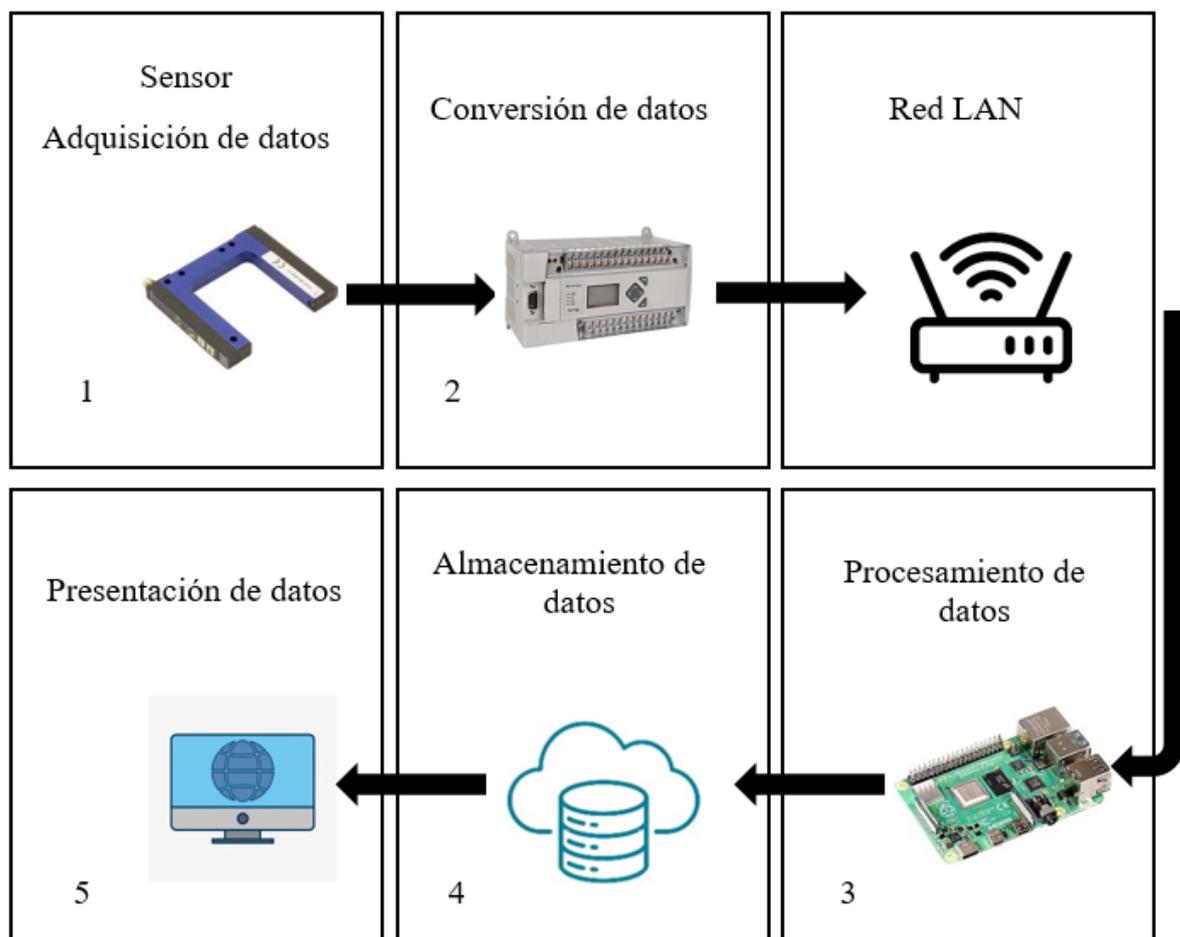
Fuente: Elaborado por el autor

3.13.1 Diagrama de arquitectura del Sistema de Monitoreo (Funcionamiento)

En La figura 27 se muestra de manera detallada los diferentes dispositivos que se va a utilizar en el sistema de monitoreo, dando a conocer también el proceso que cumple cada uno de ellos dentro del mismo con el fin de dar a entender el funcionamiento.

Figura 27

Diagrama de arquitectura del Sistema de Monitoreo



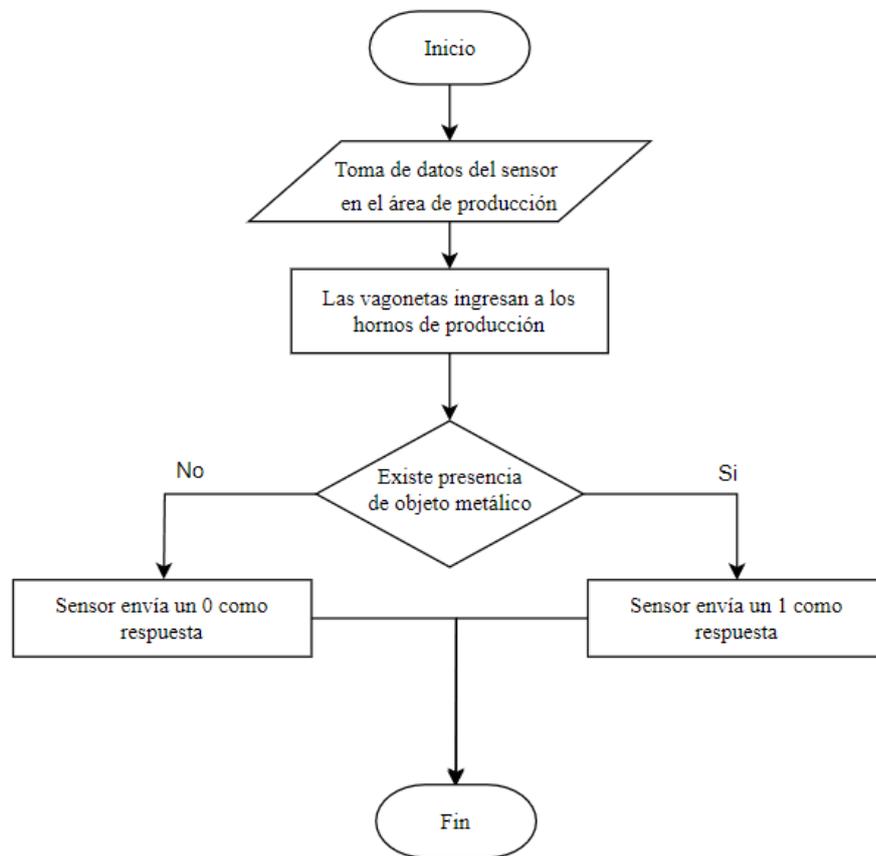
Fuente: Elaborado por el autor

El sistema de monitoreo realizado consta de 5 etapas las cuales se complementan para tener un buen funcionamiento del sistema y cumplir con los requerimientos y objetivos planteados en el presente trabajo de titulación, el sistema se conforma de la siguiente manera:

- Etapa 1: El sensor que se encuentra ubicado en el área de producción realiza una toma de datos para poder ser posteriormente analizados, en este caso el sensor realiza la medición en función del tiempo y de la distancia de cada una de las vagonetas que ingresan a los hornos de producción, este debe estar conectado a su fuente de alimentación eléctrica.
- Etapa 2: Los datos adquiridos pasan al PLC en donde son convertidos para su posterior análisis, una de las ventajas que se tiene en la implementación de este sistema es que el PLC ya se encuentra dentro del área de producción gracias a proyectos anteriores lo cual facilita este proceso. Cabe mencionar que se utilizara una red Local la cual va a proveer de internet a los dispositivos que lo requieran como es el caso del PLC.
- Etapa 3: En esta etapa entra la Raspberry en donde se van a procesar los datos, para lo cual se utiliza el protocolo de Comunicación Modbus TCP para poder leer los datos que se encuentran en el PLC y poder sacarlos mediante un programa creado y posteriormente subirlos hacia la nube que es la siguiente etapa.
- Etapa 4: Dentro de esta etapa se encuentra la base de datos misma que se localiza en la nube para un mayor desempeño y mejor manera de trabajar con los datos adquiridos, aquí se realiza el almacenamiento de los datos en donde al administrador tiene absoluto acceso a ellos para poder realizar las diferentes funciones según las necesidades.
- Etapa 5: Para que se pueda visualizar los datos se desarrolla una página web la cual en conjunto con la base de datos se logra la visualización, para lo cual mediante los parámetros establecidos se puede llevar un control del proceso y de igual manera poder tomar decisiones operativas según sea el caso dependiendo de las necesidades dentro del área de producción.

3.13.2 Bloque 1 Adquisición de datos (Sensor)

Dentro del primer bloque del sistema se encuentra el sensor FC6I/0B-1204-1F, el cual es un sensor fotoeléctrico el cual tiene como principio de funcionamiento como un sensor infrarrojo, para lo cual posee una horquilla fotoeléctrica la cual permite la detección de objetos, en este caso se encuentra el emisor y el receptor inmersos en el sensor, es decir unifican en un solo dispositivo, el principio de funcionamiento es mediante un haz de luz el cual es interrumpido por un objeto en específico, en el caso del sistema presentado el sensor detecta las vagonetas que ingresan a los hornos de producción, en donde se determina el funcionamiento mediante números binarios los cuales dan la indicación con un “1” en caso de detectar presencia de objeto y un “0” en caso de no presentar presencia de objeto. Este sensor se encuentra conectado al PLC en el cual se recopila los datos adquiridos por el mismo. En la figura 28 se puede observar el diagrama de flujo del proceso realizado por parte del sensor dentro de la adquisición de datos.

Figura 28*Diagrama de flujo proceso de sensor*

Fuente: Elaborado por el autor

Los datos recopilados y que ingresan al PLC tienen un formato binario, es decir 1 y 0, existe presencia de objeto "1", no existe presencia de objeto "0", partiendo de aquí lo que se realiza es con esta iteración que se realiza por parte del sensor tomar el tiempo de ingreso y tiempo de espera que se toma el proceso de ingreso de vagonetas a los hornos de producción, para posteriormente este análisis sea presentado de manera gráfica y con los límites establecidos por la empresa,

El espacio designado para el ingreso de los datos en las memorias del PLC se manejan dentro del archivo de datos N7 (data file N7), al ser un entorno de producción bastante grande

la empresa se encuentra manejando diferentes variables de medición para control dentro de la industria es por eso que se han designado los 3 espacios de memoria para poder trabajar.

Se tiene en cuenta que el sensor proporciona números binarios, los datos del PLC se almacenan en los registros, para un usuario trabajar con números binarios es bastante complejo, es decir no es el tipo de datos adecuado, es por eso que dentro del PLC se maneja con otro sistema de numeración, para este caso se trabaja con decimal, hay que tener en cuenta que los datos que van a ingresar a los registros de las memorias se los va a analizar con la variable de tiempo en segundos $t(s)$. Esto se puede apreciar en la figura 29 en donde se encuentra el INTEGER que hace referencia al archivo de datos número 7 con el cual se está trabajando.

Figura 29

Datos recopilados en memoria 30, 31 y 32

Offset	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
N7:0	17	930	61	0	0	402	0	28	0	0
N7:10	17	25	0	21	400	0	15	40	0	600
N7:20	0	0	0	32	0	0	0	26	0	0
N7:30	301	920	61	0	0	200	0	0	100	0
N7:40	0									

Symbol: N7:30 Radix: Decimal Columns: 10

Desc:

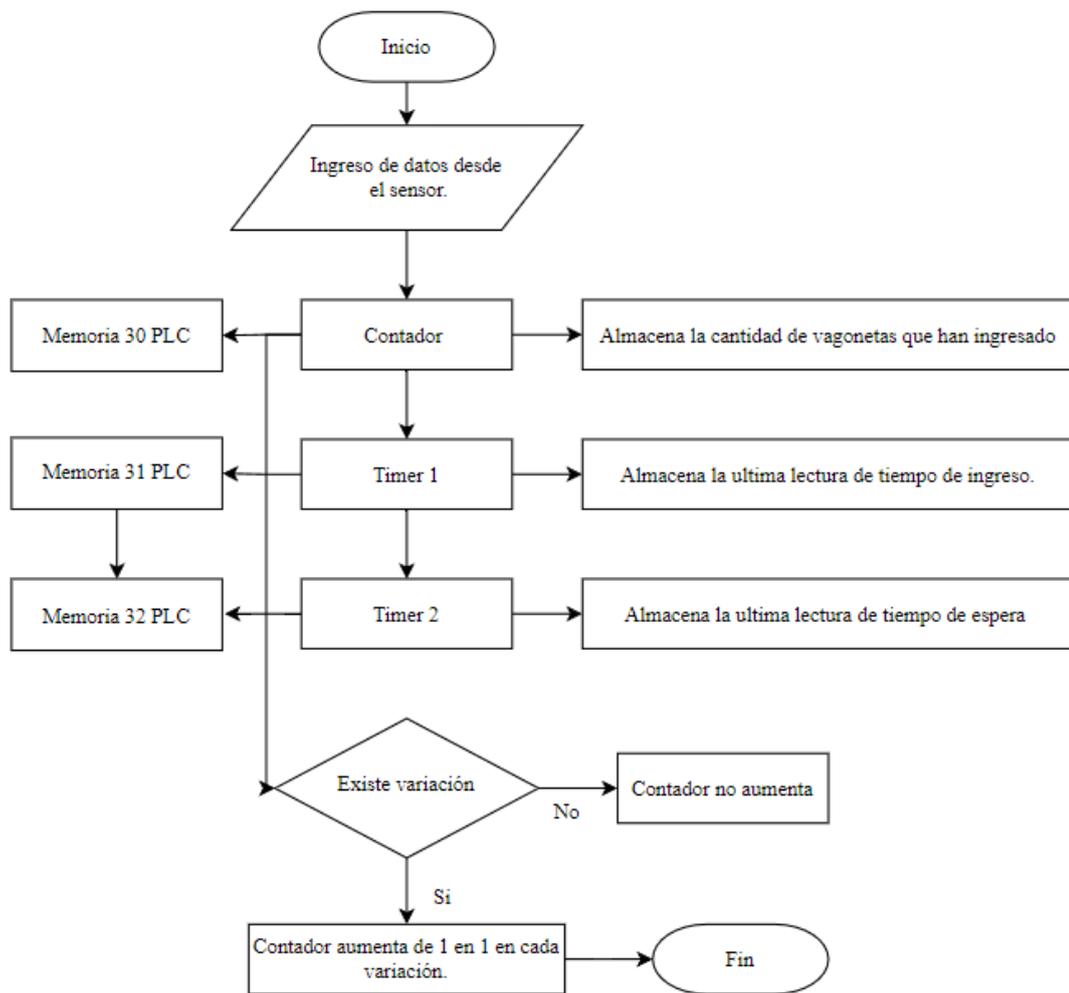
N7 Properties Usage Help

Fuente: Elaborado por el autor

3.13.3 Bloque 2 Conversión de datos (PLC)

En la segunda etapa del sistema se encuentra el PLC que se encuentra ubicado dentro del área de producción de la empresa, este PLC tiene entre sus características más relevantes se encuentra la disponibilidad de entradas analógicas y digitales integradas, comunicación Ethernet, además de un contador de alta velocidad (HSC) y también capacidades de salidas de tren de pulsos (PTO). Por lo general este tipo de controladores incluyen 20 entradas digitales y 12 salidas digitales, y cabe mencionar que algunos modelos también incluyen 4 entradas analógicas y 2 salidas analógicas integradas.

En la parte del diseño la principal función del PLC es el ingreso de los datos por parte del sensor, dentro del PLC se colocará los timer y un contador los cuales serán los encargados de determinar mediante los datos que ingresan el tiempo que se demora en ingresar las diferentes vagonetas a los hornos de producción, el contador será el encargado de aumentar de uno en uno cada vez que exista un cambio, dando como resultado el conteo del ingreso de las vagonetas a los hornos de producción mediante la determinación del tiempo y tomando en cuenta que existe un límite determinado para poder controlar la producción. En la figura 30 se puede observar el diagrama de flujo correspondiente al proceso realizado por el PLC.

Figura 30*Diagrama de flujo proceso PLC*

Fuente: Elaborado por el autor

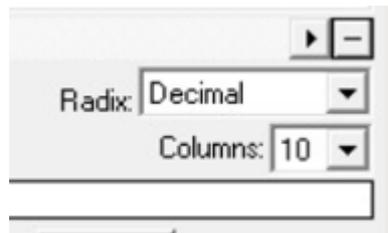
Para poder comprender el proceso se parte desde la anterior etapa en donde los datos binarios son ingresados al PLC, para poder trabajar en el PLC se pasa de datos binarios a decimales, los cuales son los más adecuados para este tipo de control dentro del sistema de monitoreo establecido.

El formato de datos binario es muy complicado para poder trabajar en el PLC, para lo cual se utiliza los registros de memoria en el cual se agrega el contador y los timers que van a determinar el tiempo de ingreso y el tiempo de espera del ingreso de las vagonetas, de igual

forma el conteo de las vagonetas que ingresan a los hornos el cual se debe realizar mediante un formado de números decimales, es por eso que el tipo de dato a manejar dentro el PLC es el decimal, es por eso que se debe especificar el formato en el cual se van a ver los registros dentro del software del PLC, como se puede observar en la figura

Figura 31

Tipo de dato

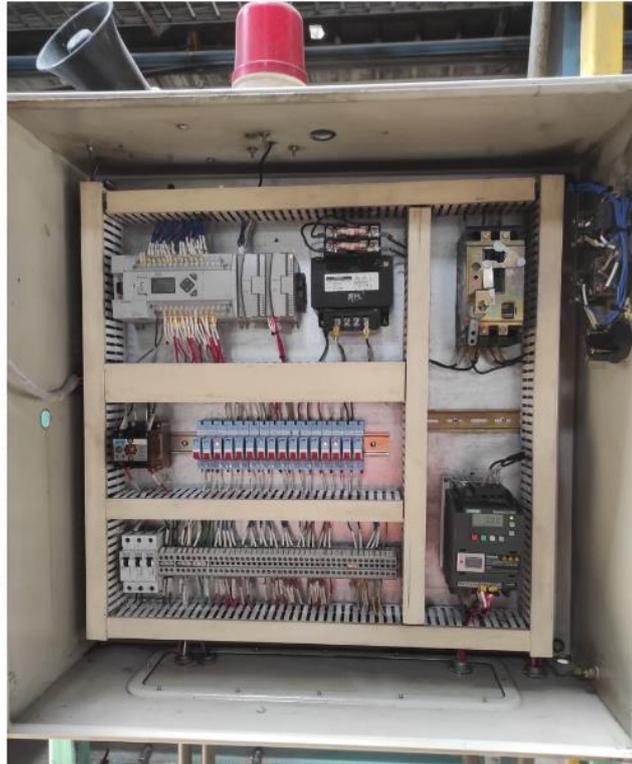


Fuente: Elaborado por el autor

Cabe recalcar que el PLC se encuentra ubicado en el sector de producción como se puede observar en la figura 32 por lo que es controlado por parte del personal encargado de Kilur Tech, en este caso se designaron 3 memorias del PLC que son la memoria 30, 31 y 32 en las cuales ingresan los datos de las variables declaradas, para poder realizar la lectura de estos datos.

Figura 32

PLC ubicado en el tablero



Fuente: Elaborado por el autor

El proceso que se realiza dentro del PLC ubicado en el área de producción es bastante complejo, el cual es desarrollado mediante el software RSLogix 500 y realizado mediante LADDER el cual es un método de programación como su significado en español lo indica a manera de escalera, mediante este método se trabaja con diagramas los cuales principalmente lo que hacen es describir el proceso que se realiza en una automatización industrial o también dentro del desarrollo de un sistema controlable mediante el PLC (Medina, 2022).

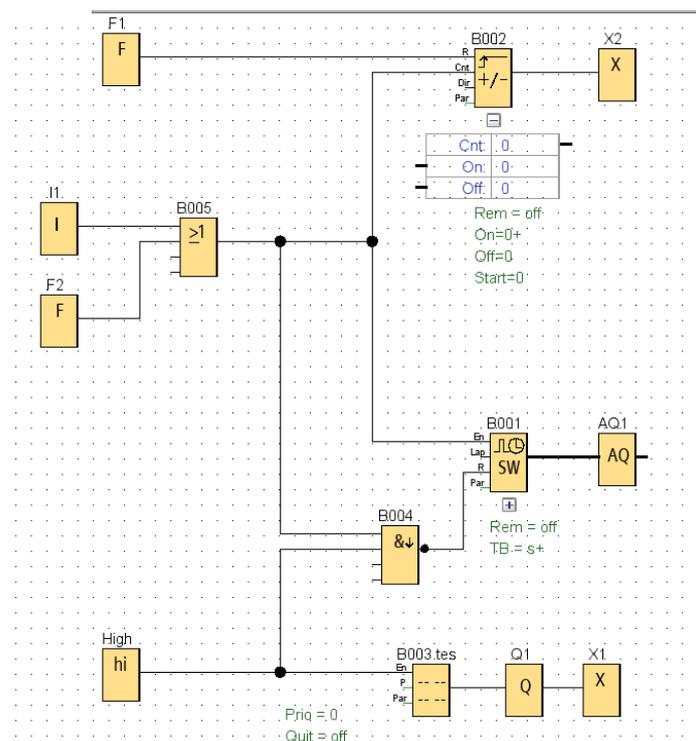
Por lo general este tipo de lenguaje se basa en una lógica booleana permitiendo así realizar una representación tanto visual como secuencial del proceso de control establecido, tomando en cuenta el comportamiento de las entradas y de las salidas (Medina, 2022).

Es por eso que se realizó una pequeña simulación, la cual emula en parte el proceso que se realiza mediante el PLC.

En la figura 33 se puede observar la señal de entrada o input el cual ingresa los datos hacia el PLC, de igual manera se encuentra el contador y los timers los cuales son activados al momento de que el contador haya detectado la presencia de algún objeto, para el caso de simulación se toma como referencia la medida del tiempo en segundos (s) por facilidad y manejo del software, cabe mencionar que al momento de la implementación en el entorno real, los tiempos de espera que se manejan con los hornos de producción es de entre 10 a 15 minutos, también dentro del diagrama se encuentra un botón de reset para poder reiniciar el sistema y en la parte inferior se localiza los elementos para poder codificar y realizar el mensaje que se ubica en la interfaz del PLC.

Figura 33

Diagrama simulación proceso PLC



Fuente: Elaborado por el autor

Para poder tener acceso a internet se usa una red independiente, por lo cual se hace uso de un Router conectado a la misma Red que maneja la empresa, con la finalidad de no tener inconvenientes al momento de expandir o de implementar los proyectos conjuntos a este, el Router utilizado es un TP-Link Modelo TL-WR940N, este se puede apreciar en la figura 34.

Figura 34

Router para Red Local



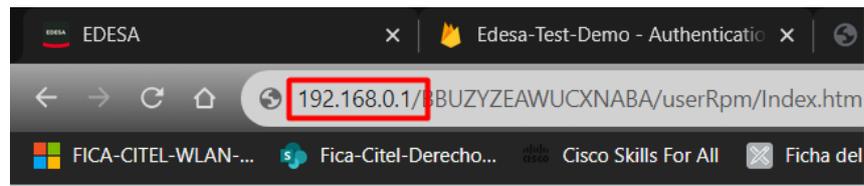
Fuente: Elaborado por el autor

Dentro de las especificaciones técnicas o características del equipo se puede encontrar que posee tres antenas, cada una con una ganancia de 5dBi y trabaja a una frecuencia de 2.4GHz, posee un puerto WAN y 4 puertos LAN, también cuenta con velocidades de transmisión de hasta 450 Mbps, este Router cuenta con características que lo hace un equipo con reenvío de alto rendimiento misma que garantiza una buena conectividad, para poder apreciar características más a detalle se muestran en el Datasheet en el Anexo 5.

Para poder verificar la Red ingresamos al Gateway el cual se puede observar en la figura 35 en donde se realiza el acceso a la interfaz del equipo.

Figura 35

Gateway Router Tp-Link

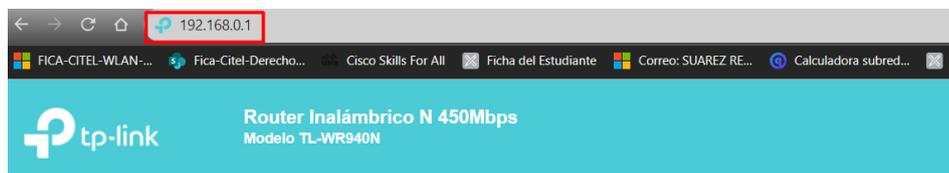


Fuente: Elaborado por el autor

Posteriormente se accede con las credenciales respectivas para poder ingresar a las configuraciones del equipo, así como se puede observar en la figura 36.

Figura 36

Credenciales de acceso al equipo

A login form with a red border. It contains two input fields: the first is labeled "admin" and the second is for a password, shown as "*****". Below the fields is a blue button labeled "Iniciar sesión".

Fuente: Elaborado por el autor

Una vez dentro se puede verificar la red LAN que se encuentra configurada en el equipo, esta se puede observar en la figura 37.

Figura 37*Red LAN configurada*

Fuente: Elaborado por el autor

También podemos verificar la potencia de la señal que está emitiendo el equipo, para esto existe un sinnúmero de aplicaciones las cuales permiten realizar este proceso, una de las más confiables viene a ser Net Spot que es un analizador de redes, la interfaz que maneja se puede observar en la figura 38.

Figura 38*Analizador de redes Net Spot*

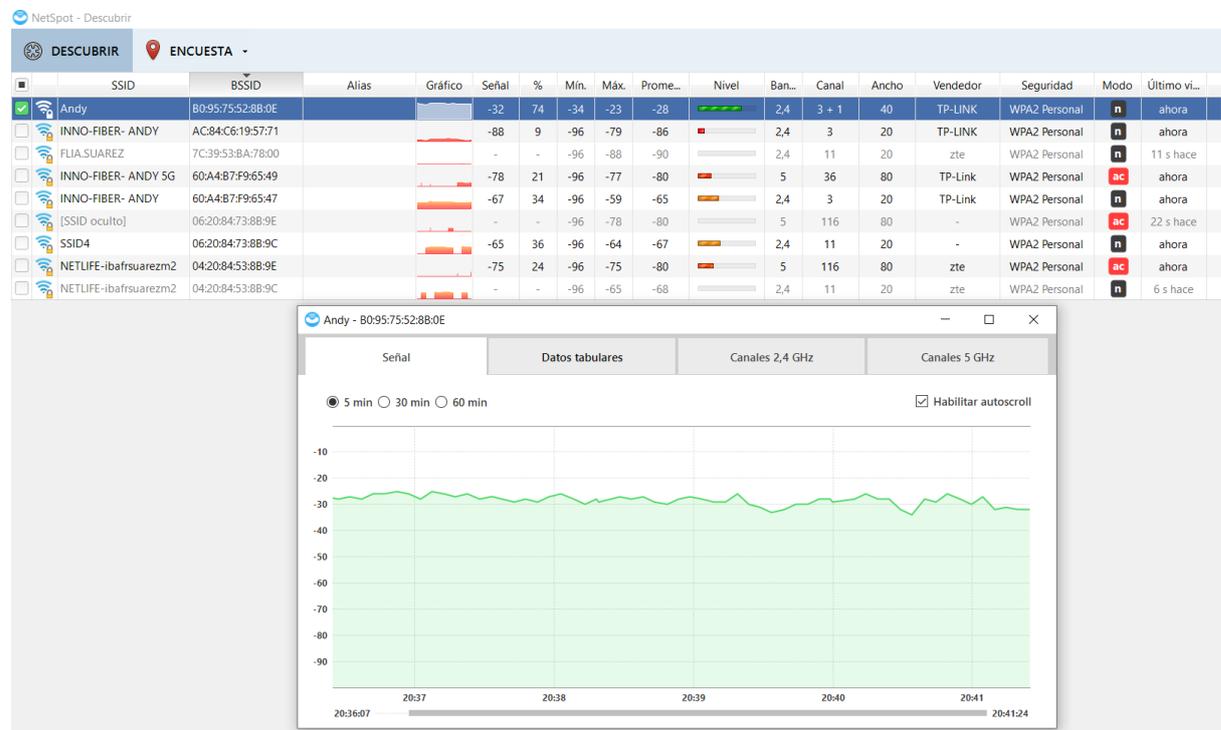
	SSID	BSSID	Alias	Gráfico	Señal	%	Min.	Máx.	Promed.	Nivel	Ban.	Canal	Ancho	Vendedor	Seguridad	Modo	Último vi...
✓	Andy	B0:95:75:52:8B:0E			-32	74	-34	-23	-28		2,4	3 + 1	40	TP-LINK	WPA2 Personal	n	ahora
☐	INNO-FIBER- ANDY	AC:84:C6:19:57:71			-88	9	-96	-79	-86		2,4	3	20	TP-LINK	WPA2 Personal	n	ahora
☐	FLIA.SUAREZ	7C:39:53:BA:78:00			-	-	-96	-88	-90		2,4	11	20	zte	WPA2 Personal	n	11 s hace
☐	INNO-FIBER- ANDY 5G	60:A4:87:F9:65:49			-78	21	-96	-77	-80		5	36	80	TP-Link	WPA2 Personal	ac	ahora
☐	INNO-FIBER- ANDY	60:A4:87:F9:65:47			-67	34	-96	-59	-65		2,4	3	20	TP-Link	WPA2 Personal	n	ahora
☐	[SSID oculto]	06:20:84:73:8B:9E			-	-	-96	-78	-80		5	116	80	-	WPA2 Personal	ac	22 s hace
☐	SSID4	06:20:84:73:8B:9C			-65	36	-96	-64	-67		2,4	11	20	-	WPA2 Personal	n	ahora
☐	NETLIFE-ibafsuarezm2	04:20:84:53:8B:9E			-75	24	-96	-75	-80		5	116	80	zte	WPA2 Personal	ac	ahora
☐	NETLIFE-ibafsuarezm2	04:20:84:53:8B:9C			-	-	-96	-65	-68		2,4	11	20	zte	WPA2 Personal	n	6 s hace

Fuente: Elaborado por el autor

Como se puede observar en la figura 39, se encuentra la potencia de la señal de la Red, la cual es de -32 dBm.

Figura 39

Potencia de la señal de la Red



Fuente: Elaborado por el autor

Una vez que se ha analizado todo este proceso se procede con las diferentes configuraciones realizadas en la etapa del PLC, se debe tener en cuenta que para poder obtener la comunicación entre los diferentes dispositivos se debe asignar el direccionamiento adecuado, en este caso como se había asignado la red LAN, en el PLC se configuró la dirección 192.168.0.100/24, y de igual manera se debe definir la comunicación que se va a utilizar, para lo cual se activa la comunicación Modbus TCP como se puede observar en la figura 40.

Figura 40*Direccionamiento y comunicación PLC*

Channel Configuration

General | Channel 0 | Channel 1 | Chan. 1 - Modbus | Channel 2

Driver: Ethernet

Hardware Address: 5C:88:16:A0:A0:0A
 IP Address: 192 . 168 . 0 . 100
 Subnet Mask: 255 . 255 . 255 . 0
 Gateway Address: 0 . 0 . 0 . 0
 Default Domain Name:
 Primary Name Server: 0 . 0 . 0 . 0
 Secondary Name Server: 0 . 0 . 0 . 0

Network Link ID: 0

User Provided Web Pages
 Starting Data File Number: 0
 Number of Pages: 1

Protocol Control

BOOTP Enable DHCP Enable Msg Connection Timeout (x 1mS): 15000
 SNMP Server Enable SMTP Client Enable Msg Reply Timeout (x 1mS): 3000
 HTTP Server Enable DNP3 over IP Enable Inactivity Timeout (x Min): 30
 Modbus TCP Enable
 Disable EtherNet/IP Incoming Connections
 Auto Negotiate Disable Duplicate IP Address Detection

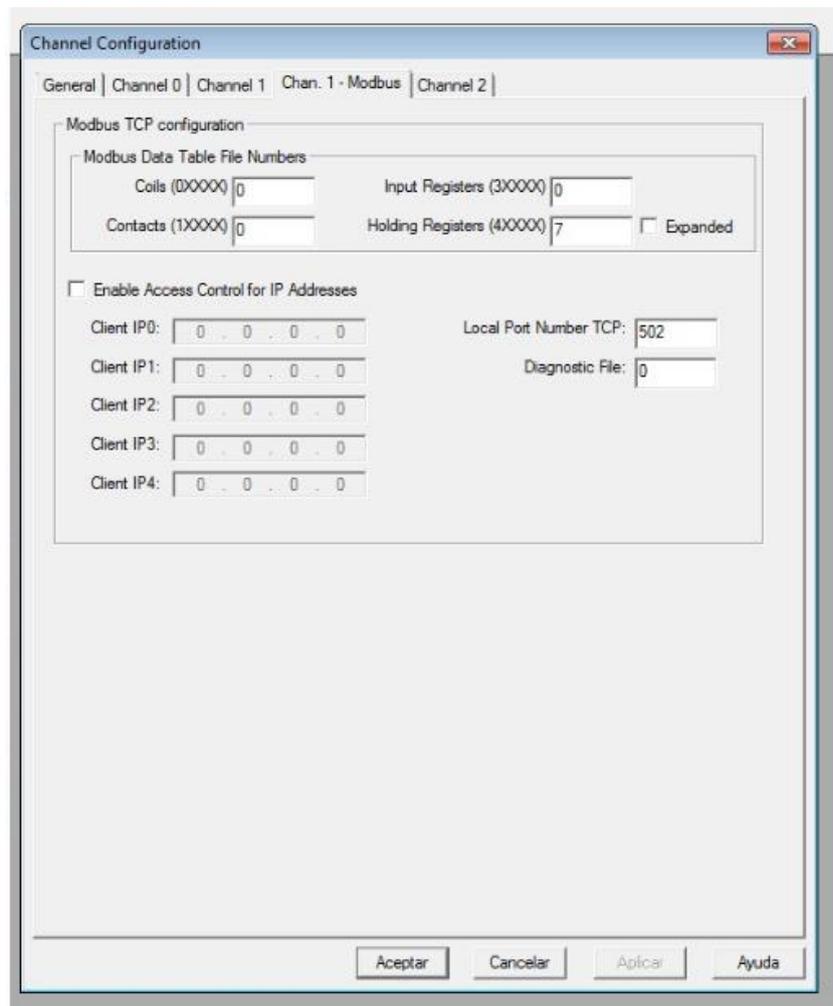
Port Setting: 10/100 Mbps Full Duplex/Half Duplex

Contact:
 Location:

Aceptar Cancelar Aplicar Ayuda

Fuente: Elaborado por el autor

Como se había mencionado en la etapa anterior, se asignó un registro y un número de memorias determinado en el PLC para poder trabajar y leer los respectivos datos, para esto se debe especificar el número de registro con el que se va a vincular el cual es el INTEGER 7, de igual manera se especifica el puerto de comunicación, para el caso de Modbus TCP se trabaja con un puerto estándar que es el 502. Por lo que se debe configurar de la forma que se muestra en la figura 41.

Figura 41*Registro y puerto de comunicación Modbus TCP*

Fuente: Elaborado por el autor

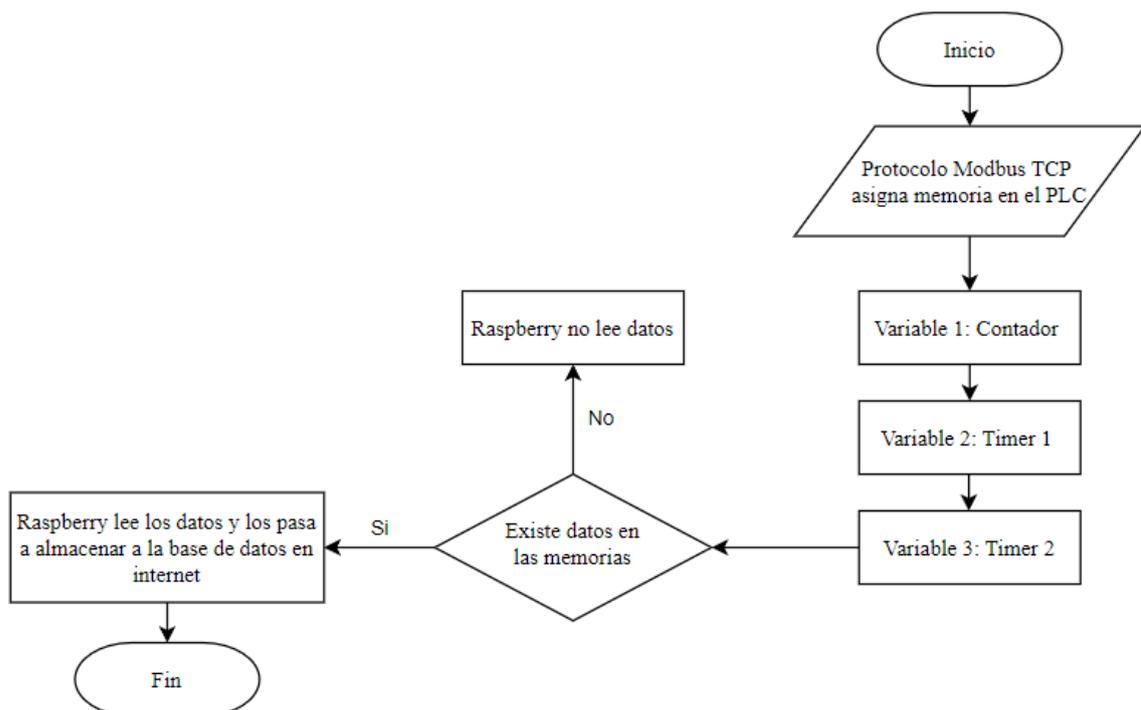
3.13.3 Bloque 3 Procesamiento de datos (Raspberri Pi)

La función de la Raspberry dentro del diseño del sistema es leer los datos del PLC, para lo cual se lo realiza mediante el protocolo Modbus TCP, dentro del estudio de Modbus se sabe que es un protocolo de comunicación industrial abierto el cual se utiliza para transmitir información entre dispositivos que se encuentran conectados a un mismo bus, en este caso a la misma red. Entonces dentro de la etapa el proceso sería que se asigna un numero de memoria en el PLC, en el cual estarán almacenados los datos correspondientes a los timers y el contador,

la Raspberry está conectada mediante ethernet al PLC y de esta manera poder leer los datos de cada memoria y posteriormente ser enviados a internet que en este caso es la base de datos. En la figura 42 se aprecia el diagrama de flujo correspondiente al proceso realizado por parte de la Raspberry.

Figura 42

Diagrama de flujo proceso Raspberry



Fuente: Elaborado por el autor

Para poder entender mejor el proceso de implementación por parte de la Raspberry se realizó un programa en el software de programación Python el cual es muy eficiente al momento de trabajar con procesos industriales.

Para empezar, hay que tener en cuenta que, para poder leer los datos de las memorias en el PLC, se va a utilizar el protocolo de comunicación Modbus TCP, para lo cual podemos observar en la figura 43 como se realiza la importación de Modbus y la declaración de la misma.

Dentro de esta línea de código lo que se hace es importar y posteriormente se crea una variable de cliente la cual se utiliza para la comunicación con un dispositivo en este caso el PLC mediante el protocolo Modbus, de igual manera se crea la instancia de la clase ModbusClient que hace referencia a un módulo de Python para trabajar con el protocolo Modbus, se declara la dirección IP del dispositivo a comunicarse, es decir la dirección IP del PLC la cual es la 192.168.0.100 y también se habilita el puerto estándar que se utiliza para el protocolo Modbus TCP que es el puerto 502, por ultimo *auto_open=True* se declara para poder tener una conexión automática es decir cuando se encuentra en True la conexión se abre automáticamente, y de esta manera poder enviar y recibir datos dependiendo de las especificaciones creadas posteriormente.

Figura 43

Declaración cliente Modbus, Firebase y time

```
import firebase_admin
from firebase_admin import credentials
# from firebase_admin import db
from firebase_admin import firestore
import time
from pyModbusTCP.client import ModbusClient

client = ModbusClient(host="192.168.0.100", port=502, auto_open=True)
```

Fuente: Elaborado por el autor

Como siguientes líneas de código se presenta una parte del código la cual se puede observar en la figura 44.

Figura 44

Credenciales, iniciación Firebase y variables

```
cred = credentials.Certificate("edesa.json")
firebase_admin = firebase_admin.initialize_app(cred, {'databaseURL': 'https://edesa-test-demo-default-rtdb.firebaseio.com/'})
db_firestore = firestore.client()
limite_ingreso_fb = 0
limite_espera_fb = 0
counter_fb = 0
contador = 0
tiempo_ingreso = 0
tiempo_espera = 0
```

Fuente: Elaborado por el autor

Lo que primeramente se realiza es declarar la instancia cred para poder cargar la información de autenticación de la base de datos mediante el archivo con extensión .json, esto quiere decir que nos permite hacer un login como administrador para poder realizar todas las funciones de lectura, escritura, etc sin ninguna restricción, posteriormente en la siguiente línea se inicializa el aplicativo de base de datos mediante el uso de una URL correspondiente a la base de datos creada dentro de Firebase, esto se puede observar en la figura 45, dentro del servicio de Realtime Database, que es donde se va a almacenar y poder enlazar con el siguiente servicio reflejar los datos recopilados y además se obtiene la instancia para interactuar con la base de datos.

Figura 45

URL Firebase



Fuente: Elaborado por el autor

Y en las siguientes líneas de programación se declara variables para poder almacenar datos mismos que serán procesados o se registrarán a cierto número de parámetros dentro del programa, entre las variables establecidas son el límite de ingreso y de espera, el contador y el tiempo tanto de espero como de ingreso.

Figura 46

Creación de consultas

```
horno_3_ref = db_firestore.collection('Sucursales/qbeYUmx9VPRaLxhhRmueBb9xTuf1/horno_tres')
limites_ref = db_firestore.collection('Sucursales/qbeYUmx9VPRaLxhhRmueBb9xTuf1/limites')

# Crear una consulta para obtener el último documento de horno_3_ref basado en el timestamp
query_horno_3 = horno_3_ref.order_by('timestamp', direction=firestore.Query.DESCENTING).limit(1)

# Crear una consulta para obtener el último documento de limites_ref
query_limites = limites_ref.order_by('timestamp', direction=firestore.Query.DESCENTING).limit(1)
```

Fuente: Elaborado por el autor

Como se puede observar en la figura 46 se crea colecciones dentro de la base de datos de Firebase apuntando con la URL a horno tres y a límites.

Luego se crea una consulta que dicho en palabras de función es “en la dirección proporcionada anteriormente realiza un ordenamiento por timestamp de manera descendente y toma el ultimo valor” esto quiere decir que al tener un sinnúmero de registros que se almacenan los ordene por medio de la variable mencionada anteriormente de mayor a menor, esta función al estar dentro de Firebase y a la vez la base de datos ser en tiempo real lo que realiza es indicar si existe el ingreso o presencia de un nuevo registro para que ese sea la referencia del proceso.

El mismo proceso y función se realiza con la variable límites para poder determinar que el proceso se encuentre en el rango establecido.

Ahora se realiza una función Callback para la colección de horno_tres, esta función lo que me permite es evitar el duplicado en la lectura de los registros, es decir indicará en el caso que se genere un nuevo registro para poder realizar la comparación con el nuevo, para lo cual se crea la variable global tomando como referencia el counter_fb o contador de Firebase, en el cual se revisa para evitar el duplicado de registros que ya se encuentran subidos, debido a que el ciclo se puede repetir y ahí se da la duplicidad de registros, en esta función se toma tres argumentos y además se obtiene el valor de la variable contador tomando como referencia el último dato ingresado y se actualiza la variable global. Así como se puede observar en la figura 47.

Figura 47

Función Callback para horno y limites

```
# Función callback para horno_3_ref
def on_snapshot_horno_3(doc_snapshot, changes, read_time):
    global counter_fb # Indicar que son variables globales
    for doc in doc_snapshot:
        print(f'Recibido cambio en horno_3: {doc.id}')
        doc_h3 = doc.to_dict()
        print(doc_h3)
        counter_fb = doc_h3['counter']

# Función callback para limites_ref
def on_snapshot_limites(doc_snapshot, changes, read_time):
    global limite_espera_fb, limite_ingreso_fb # Indica que son variables globales
    for doc in doc_snapshot:
        print(f'Recibido cambio en limites: {doc.id}')
        doc_limites = doc.to_dict()
        print(doc_limites)
        limite_espera_fb = doc_limites['limite_espera']
        limite_ingreso_fb = doc_limites['limite_ingreso']
```

Fuente: Elaborado por el autor

De igual forma se realiza la función Callback para los limites para obtener la actualización del límite de espera y de ingreso en el caso de que algún administrador realice el cambio, es decir se actualice de manera automática y recibir la alerta del cambio en los límites.

Como se puede observar en la figura 48 se realiza la ejecución del query para obtener los documentos generados anteriormente, en primera instancia el get lo que me permite es consultar instantáneamente los valores sin escuchar, es decir obtén los últimos valores sin mantenerte a la escucha y así poder inicializar los valores antes de que inicie el ciclo for, esto con el fin de evitar que cuando empiece el ciclo el valor se encuentre en 0 y se pueda ocasionar un duplicado y puede enviar una alerta falsa al comparar con los límites, y en los ciclos for solamente se saca los valores y se los guarda para poder tener un valor de inicio.

Figura 48

Ejecución de query

```
docs = query_horno_3.get()

for doc in docs:
    print(f'Documento ID: {doc.id} {doc.to_dict()}')
    counter_fb = doc.to_dict()['counter']

docs = query_limite.get()

for doc in docs:
    print(f'Documento ID Limites: {doc.id}')
    limite_espera_fb = doc.to_dict()['limite_espera']
    limite_ingreso_fb = doc.to_dict()['limite_ingreso']
```

Fuente: Elaborado por el autor

Dentro de la figura 49 se puede observar la creación de un ciclo, en primer lugar, se encuentra el if en donde se realiza una función de on_snapshot, esto lo que me permite es estar a la escucha y alertar al momento de que los valores tanto en el contador como en los límites se cambien, por ende, de manera automática esos valores nuevos en los límites serán el punto de partida y se registrarán a los mismos para la comparación de los demás valores.

Posteriormente se ingresa al while en donde es un ciclo repetitivo que se está repitiendo cada cierto tiempo, en este caso se lo puso cada dos segundos, aquí se lee los valores del contador y de los tiempos de ingreso y de espera, posteriormente se verifica que cumple los límites

establecidos, si eso se cumple se escribe un nuevo registro en la base de datos de Firebase y si no se cumple se muestra un mensaje de error al leer los registros y se espera dos segundos para una nueva iteración en el bucle.

Figura 49

Creación bucle principal en el main

```

if __name__ == '__main__':
    query_watch_horno_3 = query_horno_3.on_snapshot(on_snapshot_horno_3)
    query_watch_limites = query_limites.on_snapshot(on_snapshot_limites)

    while True:
        regs = client.read_holding_registers(30, 5)
        if regs:
            print(f'limite_espera_fb: {limite_espera_fb} limite_ingreso_fb: {limite_ingreso_fb} Registros: {regs}')
            contador = regs[0]
            tiempo_ingreso = regs[1]
            tiempo_espera = regs[2]
            if(limite_ingreso_fb !=0 and limite_espera_fb !=0 and contador != counter_fb):
                horno_3_ref.add({'timer_ingreso': tiempo_ingreso,
                                'timer_espera': tiempo_espera,
                                'counter': contador,
                                'timestamp': firestore.SERVER_TIMESTAMP,
                                'alerta_ingreso': tiempo_ingreso > limite_ingreso_fb,
                                'alerta_espera': tiempo_espera > limite_espera_fb,
                                'limite_ingreso':limite_ingreso_fb,
                                'limite_espera':limite_espera_fb
                                })

            else:
                print("Error al leer registros")

            # Esperar 2 segundos para la siguiente lectura
            time.sleep(2)

```

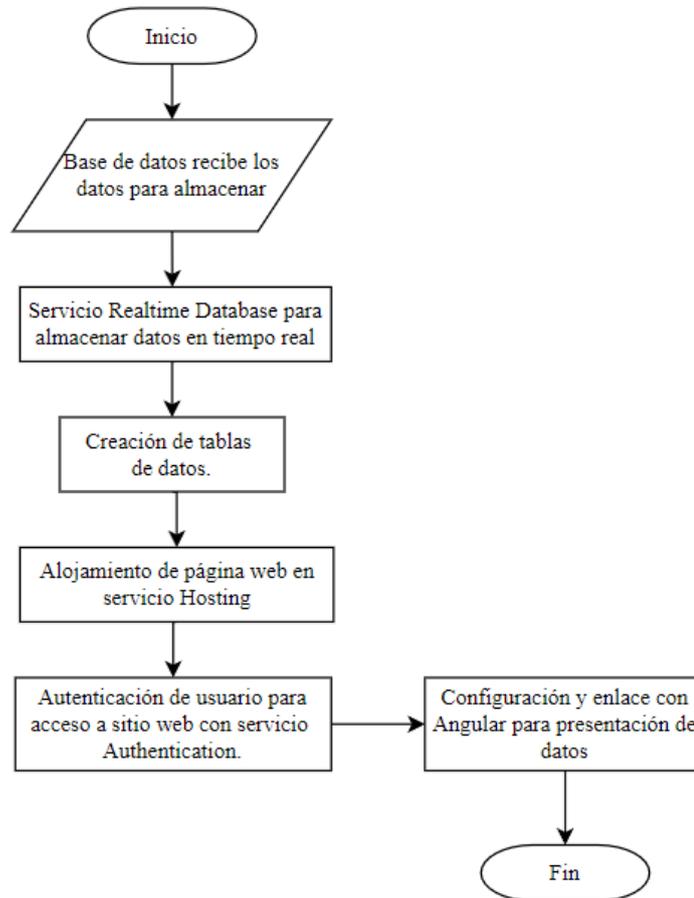
Fuente: Elaborado por el autor

3.13.3 Bloque 4 Almacenamiento de datos (Firebase)

La base de datos es la etapa en donde los datos se van a almacenar, esta se encuentra localizada en la nube lo cual es una ventaja para poder trabajar con los datos que se recopila con el sistema, estos datos son recibidos por parte de la Raspberry la cual es la encargada de leer y de enviarlos hasta el internet que viene a ser la base de datos, la principal ventaja que presenta firebase es que dentro de esta se puede realizar parte del desarrollo de la página web, en donde se crean las diferentes tablas que serán presentadas de manera gráfica en el sitio web, otra de las facilidades es que para este proyecto es una base de datos gratuita y al ser de Google brinda la prestación de los diferentes servidores que se requiera para cualquier tipo de proyecto, además de que tiene un enlace directo con Angular el cual viene a ser el aplicativo para el desarrollo de la página web.

Dentro de la parte del diseño la principal función de Firebase en el proyecto es almacenar los datos recopilados, dentro de esta se procede a crear las respectivas tablas de datos que se va a enlazar a Angular para la presentación de la información en el sitio Web, esto quiere decir que la base de datos en conjunto con la página Web que viene a ser elaborada mediante Angular trabajan en conjunto para la presentación de la información en formato gráfico. La creación de la base de datos es de manera automática con un login dentro de google con cualquier correo electrónico, y de esta manera ya se tiene acceso al API el cual proporciona muchas funciones para las diferentes acciones que se requiera implementar dentro del proyecto, por ejemplo, ya viene incluida la seguridad, facilidad para creación de usuarios, etc.

En la figura 50 se puede observar el diagrama de flujo el cual describe el proceso realizado dentro de la base de datos.

Figura 50*Diagrama de flujo proceso Base de Datos*

Fuente: Elaborado por el autor

La facilidad que nos brinda Firebase es que nos entrega un API ya disponible para poder empezar a trabajar y dentro de este existen un sinnúmero de servicios los cuales se puede hacer uso dependiendo de las necesidades de cada proyecto.

Para poder empezar a trabajar con Firebase simplemente se necesita tener una cuenta de Google o Gmail con la cual se debe ingresar. Para esto se debe ingresar al siguiente enlace <https://firebase.google.com/?hl=es> el cual no redirige al sitio oficial de Firebase, en la pestaña Acceder podemos realizar el login correspondiente con el correo electrónico como se puede observar en la figura 51.

Figura 51

Sitio oficial Firebase



Fuente: Elaborado por el autor

Posteriormente ingresamos el correo electrónico y la contraseña correspondiente para poder ingresar a los servicios de Firebase, así como se puede observar en la figura 52.

Figura 52

Ingreso de correo y contraseña

The image shows a Google account login page. At the top is the Google logo. Below it, the name 'Andriu Suarez' is displayed. Underneath the name is a dropdown menu showing the email address 'andy241998@gmail.com'. Below the email is a password input field with the placeholder text 'Introduce tu contraseña'. A red box highlights this input field. Below the password field is a checkbox labeled 'Mostrar contraseña'. At the bottom left, there is a link that says '¿Has olvidado tu contraseña?'. At the bottom right, there is a blue button labeled 'Siguiente'.

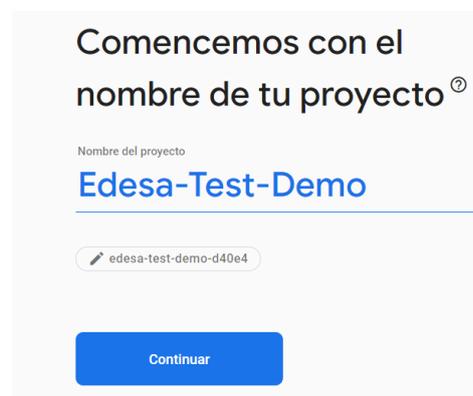
Fuente: Elaborado por el autor

Una vez ingresado podemos empezar a trabajar con un proyecto para lo cual damos clic en comienza ahora como se aprecia en la figura 53.

Figura 53*Crear nuevo proyecto*

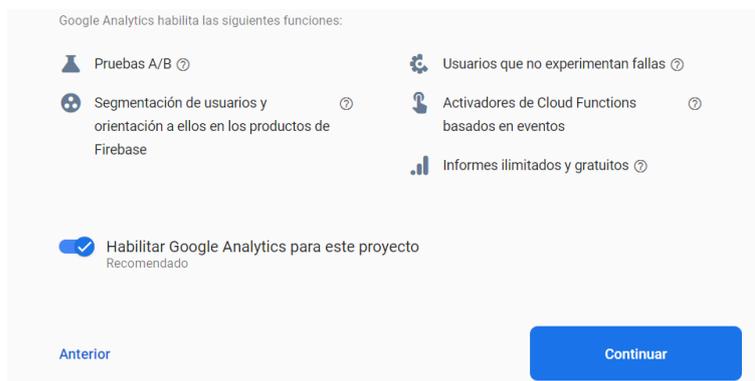
Fuente: Elaborado por el autor

A continuación, asignamos un nombre al proyecto que vamos a empezar a trabajar, de la misma forma en la que se observa en la figura 54.

Figura 54*Nombre de proyecto*

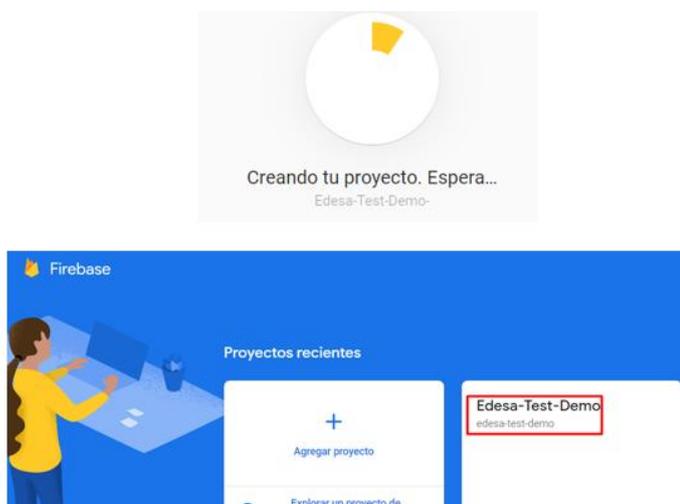
Fuente: Elaborado por el autor

Como siguiente paso se puede habilitar la función de Google Analytics lo cual es opcional para las necesidades de cada proyecto, esto se puede evidenciar en la figura 55.

Figura 55*Habilitación de Google Analytics*

Fuente: Elaborado por el autor

Una vez realizado los pasos anteriores solamente se debe esperar que se cree el proyecto y se carguen los diferentes servicios disponibles, cuando haya finalizado se puede observar el proyecto creado como en la figura 56.

Figura 56*Verificación de proyecto creado*

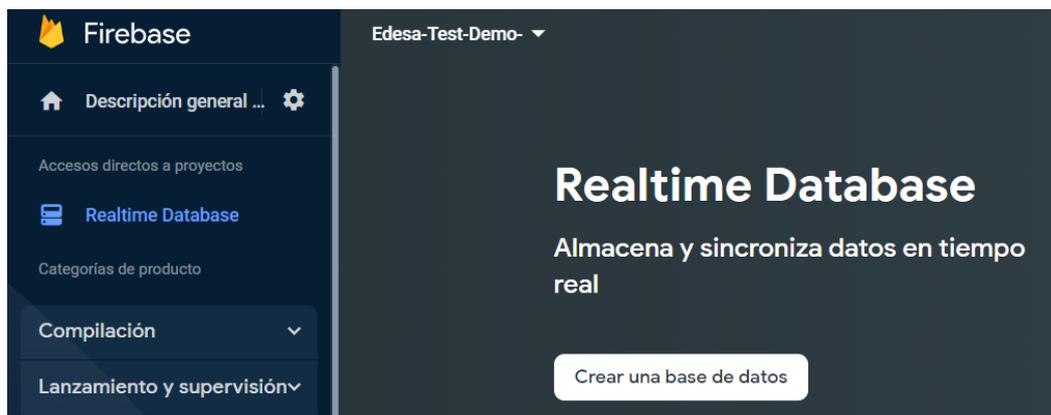
Fuente: Elaborado por el autor

Dentro de esta etapa se debe mencionar que la base de datos fue compartida por parte de la empresa para poder colaborar dentro de ella con el encargado principal para la verificación de cada uno de los procesos realizados en esta,

Ahora lo que se debe realizar es empezar con los servicios que brinda Firebase y tomando en cuenta las necesidades del sistema se hace uso de una base de datos en tiempo real con el servicio Realtime Database, esto lo podemos observar en la figura 57.

Figura 57

Creación base de datos servicio en tiempo real



Fuente: Elaborado por el autor

Procedemos a crear la base de datos en tiempo real y se selecciona la ubicación, en este caso seleccionamos Estados Unidos para poder trabajar sin problema y damos en siguiente como se puede observar en la figura 58.

Figura 58

Ubicación Realtime Database

Configurar base de datos [X]

1 Opciones de base de datos — 2 Reglas de seguridad

El parámetro de configuración de la ubicación determina en qué lugar se almacenarán tus datos de Realtime Database.

Ubicación de Realtime Database

Estados Unidos (us-central1) [v]

Cancelar **Siguiente**

Fuente: Elaborado por el autor

Y por ultimo se puede observar en la figura 59 la configuración de la base de datos, dentro de este paso se encuentra el modo bloqueado y el modo de prueba, si se quiere realizar una simulacion se puede hacer uso del modo prueba, pero al momento de implementar de manera física se debe usar el modo bloqueado y luego crear ciertas reglas que permitan la administracion y la lectura y escritura de los clientes, según las necesidades del sistema.

Figura 59

Configuración de modo de base de datos

Configurar base de datos [X]

1 Opciones de base de datos — 2 Reglas de seguridad

Cuando defines la estructura de los datos, deberás crear reglas para protegerlos.
[Más información](#)

Comenzar en modo bloqueado
 Tus datos son privados de forma predeterminada. El acceso de lectura/escritura de los clientes solo se otorgará como se indica en tus reglas de seguridad.

Comenzar en modo de prueba
 Para permitir una configuración rápida, los datos se abren de forma predeterminada. Sin embargo, debes actualizar las reglas de seguridad dentro de 30 días a fin de habilitar el acceso de lectura/escritura a largo plazo para los clientes.

```
{
  "rules": {
    ".read": false,
    ".write": false
  }
}
```

i Se denegarán todas las operaciones de lectura y escritura de terceros

Cancelar **Habilitar**

Fuente: Elaborado por el autor

Y al final se puede observar la creación del servicio de la base de datos en tiempo real, en donde se proporciona una URL, la cual se hace uso para poder enviar los datos a esa dirección y poder reflejarlos dentro del servicio como se mira en la figura 60.

Figura 60

URL Realtime Database

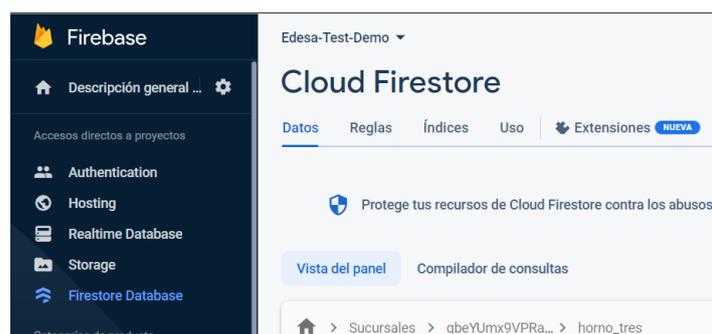


Fuente: Elaborado por el autor

Posteriormente se vincula con el servicio Firestore Database para poder almacenar y sincronizar los datos del proyecto, tomando en cuenta tanto al cliente como del servidor, este servicio de Cloud Firestore viene a ser una base de datos muy flexible y escalable cuando se trabaja con aplicativos web. Dentro de este servicio se puede ir creando las diferentes colecciones y registros necesarios, esto se puede apreciar en la figura 61.

Figura 61

Servicio Cloud Firestore

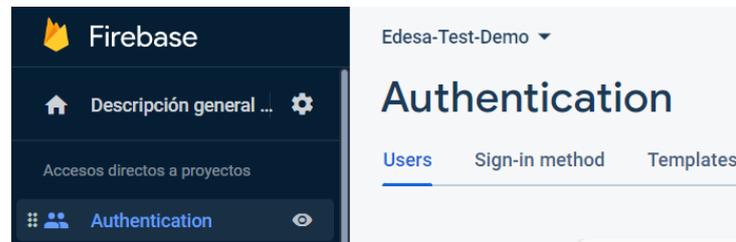


Fuente: Elaborado por el autor

Otro de los servicios que se va a utilizar para poder vincular con la pagina web es el servicio de Autenticación, el cual cumple la funcion para poder crear los usuarios que van a ingresar a revisar las gráficas, el servicio se puede observar en la figura 62.

Figura 62

Servicio Authentication

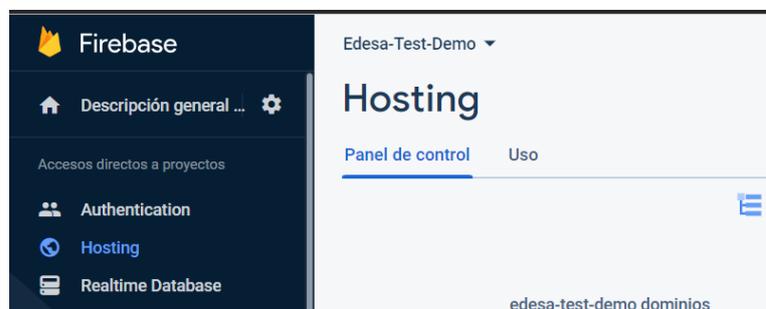


Fuente: Elaborado por el autor

Además debe existir un servicio el cual permita alojar y desplegar la pagina web, para lo cual se utiliza el servicio de Hosting mismo que brinda la funcionalidad de un hosting seguro y rapido, facil de implementar aplicaciones web y poder entregar contenido, esto se puede apreciar en la figura 63.

Figura 63

Servicio Hosting



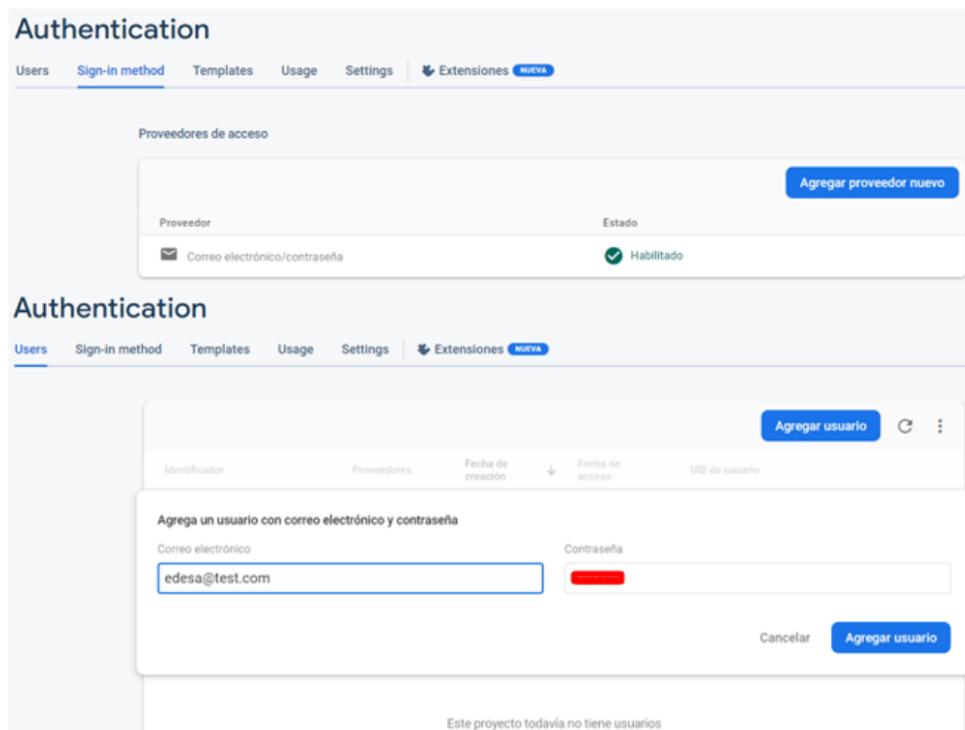
Fuente: Elaborado por el autor

- **Enlace para autenticación de usuarios de Firebase con la página web**

Para la implementación de los usuarios se usa el servicio presentado anteriormente como es el de Authentication, el cual permite crear los usuarios tanto desde la base de datos como de la página web, para esto accedemos al apartado del servicio, en donde encontraremos la opción de agregar usuario, como se puede apreciar en la figura 64 se habilita la opción de creación con correo electrónico y contraseña, posteriormente se ingresa los datos en donde se va a manejar con el dominio “[usuario](#)”@test.com y de igual manera se ingresa la contraseña respectiva, el primer usuario creado será para personal encargado de revisar solamente las gráficas resultantes.

Figura 64

Creación de usuario de personal



Fuente: Elaborado por el autor

De igual forma se realiza el mismo proceso ahora para un usuario con rol de administrador, mismo que puede cambiar los límites o poder crear usuarios dentro de la página web, este proceso se puede observar en la figura 65.

Fuente: Elaborado por el autor

Y por último se puede verificar la creación de los usuarios reflejados dentro del servicio como se puede mirar en la figura 66.

Figura 65

Usuarios creados

Identificador	Proveedores	Fecha de creación	Fecha de acceso	UID de usuario
edesa@test.com	✉	21 jul 2023		Rs7fhKpRIQYKkqzTNeyvrYIHlex2
admin@test.com	✉	21 jul 2023		LaMR8RWys6Njmk5DBcAnW4bb...

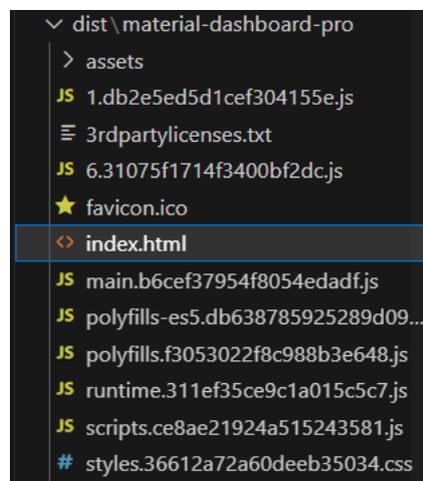
Fuente: Elaborado por el autor

- **Alojamiento de página web dentro del servicio Hosting de Firebase**

Para poder alojar la página web dentro del servicio de Hosting en Firebase se debe realizar una serie de pasos, en primer lugar, se debe se debe desplegar es decir hacer un *deploy* dentro de nuestro programa en donde genera una carpeta la cual permitirá direccionar dentro del servicio, esto se realiza con el comando *ng build --prod*, con esto podemos observar que se genera una carpeta en donde se encuentra el archivo html para poder ser alojado como se puede observar en la figura 66.

Figura 66

Despliegue de página con función build



Fuente: Elaborado por el autor

Ahora cabe mencionar que se genera un archivo con extensión *json* el cual permite ver cómo se maneja las solicitudes y rutas al momento de realizar el alojamiento de la página en el servicio Hosting de Firebase.

En la figura 67 empieza indicando la ubicación del contenido que se va a alojar, la cual es la carpeta mostrada anteriormente *dist/material-dashboard-pro* la cual contiene los archivos que se generan al momento de compilar.

También contiene los archivos que deben ser ignorados al momento de alojar en el servicio, y de igual manera con el archivo *index.html* permite que al momento de recibir una solicitud mediante la URL generada, esta redirija la solicitud al archivo mencionado.

Figura 67

Ubicación y redirección de solicitudes

```
{
  "hosting": {
    "public": "dist/material-dashboard-pro",
    "ignore": ["firebase.json", "**/.*", "**/node_modules/**"],
    "rewrites": [{
      "source": "**",
      "destination": "/index.html"
    }]
  }
}
```

Fuente: Elaborado por el autor

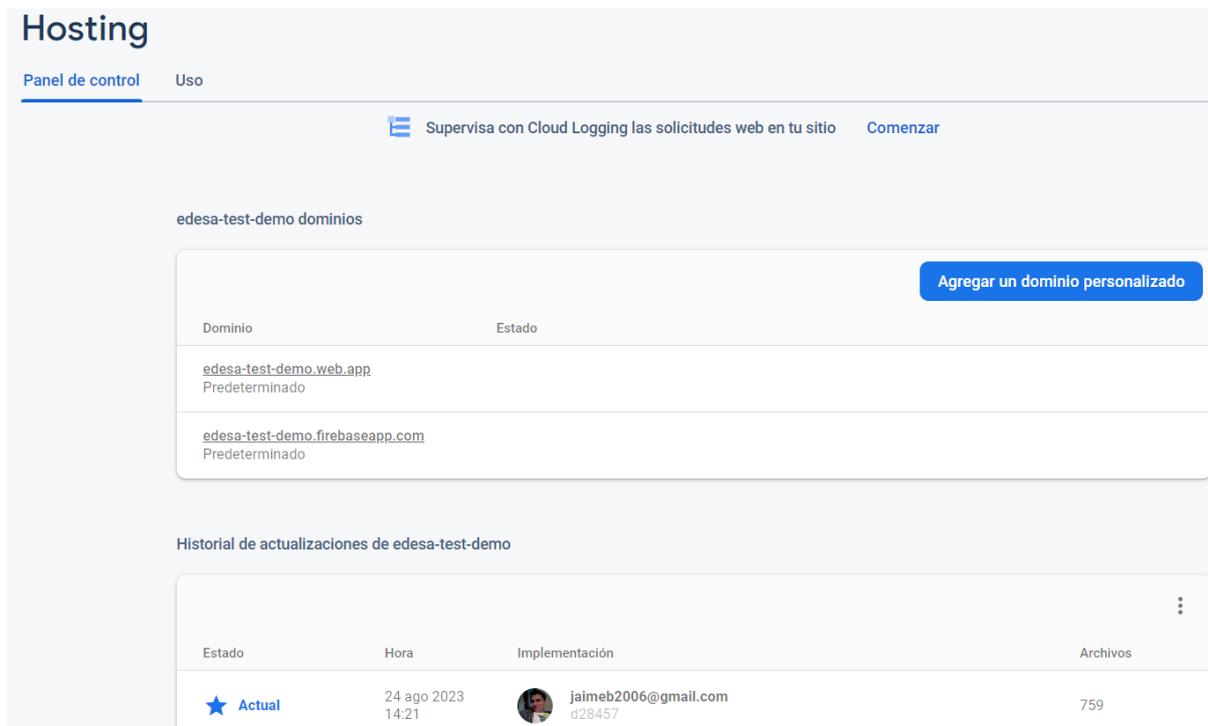
Ahora para poder finalizar el proceso de alojamiento de la página en el servicio Hosting se debe instalar Firebase CLI que es una línea de comandos, para instalar se ejecuta el siguiente comando `npm install -g firebase-tools`, como siguiente paso se debe hacer un login con el comando `Firebase login` mismo que redirige hacia la web para poder seleccionar la cuenta con la cual se va a ingresar, en este caso el login se lo realiza a través de la cuenta del representante legal de la empresa KilurTech que es Jaime Benalcázar con el correo jaimeb2006@gmail.com

Posteriormente se debe iniciar el proyecto de Firebase con el comando `Firebase init` y completar seleccionando el servicio que se va a utilizar, además de colocar la ruta de donde se va a cargar los archivos y por ultimo con el comando `Firebase deploy` desplegamos la página en el servicio, con esto nos brinda el dominio que se va a utilizar para el acceso a la página web como se puede observar en la figura 68.

Como se puede ver la URL generada para el acceso al sitio es “*edesa-test-demo.web.app*” mismo que es generado de manera automática por parte de Firebase mediante el servicio de Hosting, tomando como referencia el nombre del proyecto creado anteriormente y el dominio web.app como estándar dentro de la base de datos.

Figura 68

Alojamiento de página web en servicio Hosting



The screenshot displays the Firebase Hosting control panel. At the top, there are navigation links for 'Panel de control' and 'Uso', along with a 'Supervisa con Cloud Logging las solicitudes web en tu sitio' link and a 'Comenzar' button. The main section is titled 'edesa-test-demo dominios' and contains a table of domains. A button 'Agregar un dominio personalizado' is visible in the top right of this section. Below the domains, there is a 'Historial de actualizaciones de edesa-test-demo' section with a table of deployment history.

Estado	Hora	Implementación	Archivos
★ Actual	24 ago 2023 14:21	 jaimeb2006@gmail.com d28457	759

Fuente: Elaborado por el autor

3.13.3 Bloque 5 Presentación de datos (Página Web)

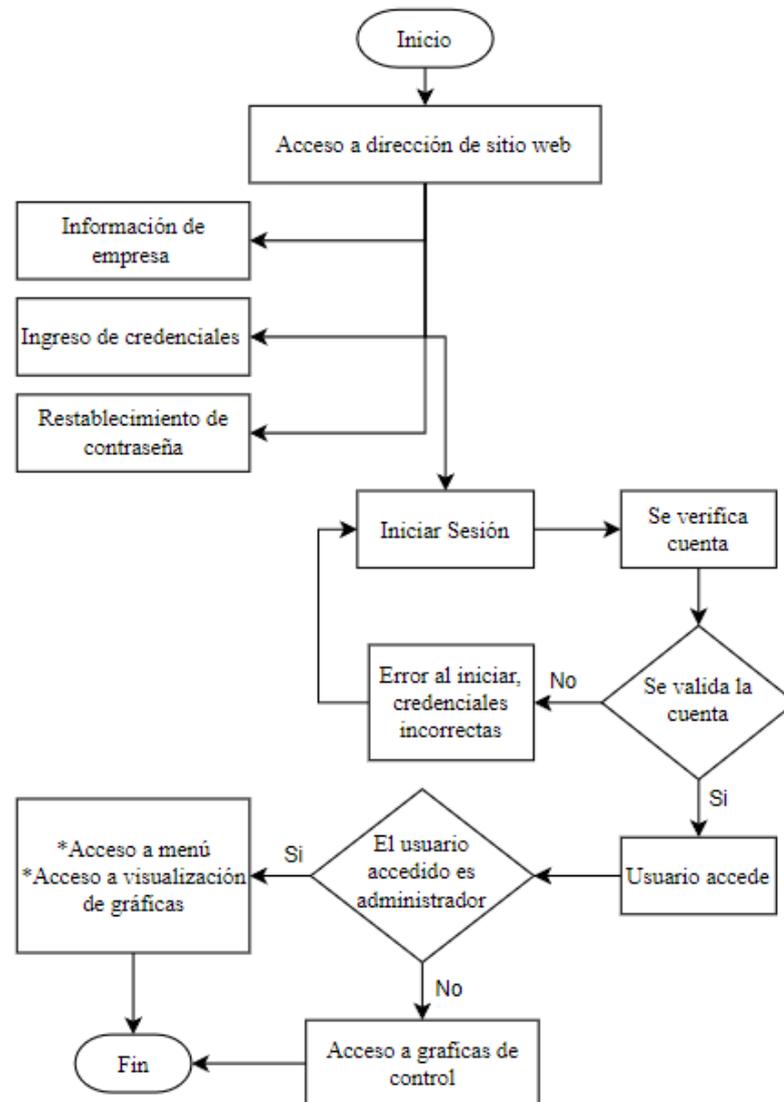
La página web es la última etapa del sistema en donde se presentan los datos de manera gráfica al usuario para poder verificar el control del proceso que se requiere digitalizar, esta página web se encuentra disponible para cualquier persona la cual sea designada a verificar los datos y llevar el control, para lo cual para cada una de las personas designadas se puede asignar un usuario (email) y una contraseña para poder realizar el ingreso al sitio web, dentro de esta se visualiza las gráficas en donde se detalla el proceso analizado como es el conteo de vagonetas que ingresan a los hornos de producción con sus respectivos tiempos, dentro de la creación de usuarios se puede definir el acceso al administrador y a un usuario común en el cual cada uno de los roles podrá observar las opciones y la información que se crea conveniente para cada persona, la interfaz presentada será bastante amigable y fácil de navegar para poder visualizar en tiempo real la información recopilada.

Dentro de esta parte del diseño como es la etapa de presentación de datos, se la desarrolla mediante Angular la cual es una aplicación que permite el desarrollo de sitios web para la presentación de cualquier tipo de información, este software se maneja mediante el uso de typescript, de código abierto el cual es mantenido por Google, aquí es donde entra el uso de Firebase que también es mantenido por Google y lo cual el proceso se hace más fácil al tener enlace directo entre los dos softwares para la presentación de datos.

En la figura 69 se puede observar el diagrama de flujo del proceso que realiza la última etapa del sistema el cual es la presentación de la información en la página web dando a conocer cada uno los pasos que se debe realizar al momento de llegar a este proceso.

Figura 69

Diagrama de flujo proceso de la presentación de datos



Fuente: Elaborado por el autor

Para poder implementar la página web se lo realiza con el software Angular, el cual mediante TypeScript permite desarrollar según las necesidades el sitio web y poder enlazarlo a los servicios de Firebase para poder colaborar y crear las funciones adecuadas dependiendo de las necesidades.

Se debe mencionar que el proyecto se lleva a cabo con el personal encargado de la empresa KilurTech, para lo cual proveen algunas de las herramientas ya desarrolladas para poder trabajar con esa base, una de ellas es la plantilla con la que se manejan las páginas web de la empresa la cual se la puede apreciar en la siguiente URL <https://demos.creative-tim.com/material-dashboard-pro-angular2/#/charts> , con esa plantilla es la que se va a trabajar para la presentación final de los datos, de igual manera se va a colaborar dentro de la base de datos la cual es administrada por el gerente de la empresa KilurTech y se ha brindado acceso para poder modificar e implementar los requerimientos solicitados.

Como se puede observar en la figura 70 sería el menú con el cual se va a manejar y de igual manera se puede seleccionar la gráfica que se va a implementar con los datos.

Figura 70

Plantilla para desarrollo de página web



Fuente: Elaborado por el autor

Parte de la implementación de la página web fue el desarrollo de los usuarios, el código html para la presentación y la vinculación con Firebase para el alojamiento de la página en el servicio de Hosting y de igual manera la creación de usuarios con el servicio Authentication.

- **Implementación código html para página de inicio de sesión.**

Para esta sección se ha tomado como referencia páginas ya elaboradas en la cual se va a realizar el desarrollo de la página de inicio de sesión, para esto se va a desglosar parte del código utilizado y la función que cumple dentro del mismo. Cabe recalcar que esta página web se aloja dentro del servicio de Hosting, proceso que se puede verificar en la anterior sección en la figura 68.

Como se puede observar en la figura 71 se empieza a trabajar con clases y elementos dentro de angular haciendo uso de TypeScript, en el primer elemento *div* se utiliza una directiva estructural de angular para poder representar el contenido y dentro de este elemento se encuentra una clase con el elemento *svg* que permite presentar una animación de carga circular, la cual se refleja al momento de ingresar a la página web y esperar que se cargue el contenido.

Figura 71

Clase y elemento página de carga

```
<div *ngIf="loadingInit" class="loader">
  <svg class="circular" viewBox="25 25 50 50">
    <circle class="path" cx="50" cy="50" r="20" fill="none" stroke-width="2" stroke-miterlimit="10" />
  </svg>
</div>
```

Fuente: Elaborado por el autor

En la figura 72 se empieza con el elemento que representa la sección de encabezado de la página de inicio de sesión y se configura la imagen de fondo mediante CSS en línea tomándola desde la ruta *./assets/img/login.jpg*, misma que se puede observar en la figura 73 en donde se carga todas las imágenes a utilizar en el desarrollo de sitios web.

Posteriormente se estructura el diseño con filas y columnas para poder ubicar el formulario de inicio de sesión en el centro de la página, luego se utiliza el enfoque de

formularios reactivos de angular donde se vincula los componentes a los formularios y de esta manera crear la opción de acceder.

Figura 72

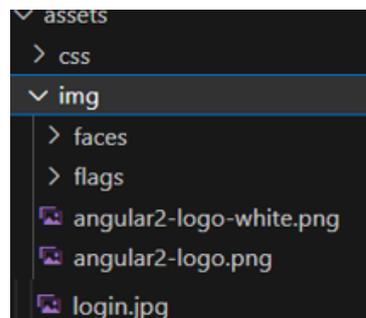
Diseño encabezado e imagen de fondo

```
<div *ngIf="!loadingInit" class="wrapper wrapper-full-page">
  <div class="page-header login-page header-filter" filter-color="black"
    style="background-image: url('./assets/img/login.jpg'); background-size: cover; background-position: top center;">
    <div class="container">
      <div class="row">
        <div class="col-lg-4 col-md-6 col-sm-6 ml-auto mr-auto">
          <form class="form" ngNativeValidate [formGroup]="loginForm" (ngSubmit)="ingresar()">
            <div class="card card-login ">
              <div class="card-header card-header-primary text-center">
                <h3 class="card-title">Acceder</h3>
              </div>
            </div>
          </form>
        </div>
      </div>
    </div>
  </div>
```

Fuente: Elaborado por el autor

Figura 73

Ruta de carga imagen de fondo



Fuente: Elaborado por el autor

En la figura 74 se encuentra el código dividido en cuatro secciones, la primera para ingresar el email de inicio de sesión, otro para ingresar la contraseña, una tercera sección para el reseteo de contraseña y la ultima el botón para inicio de sesión,

Empezamos con el email que se crea un campo de entrada para el correo electrónico del usuario, dentro de esto se utiliza el framework de diseño de materiales tipo Bootstrap para facilitar y estandarizar el desarrollo de sitios web, este campo está controlado por el input `formControlName="email"` que es el email.

Posteriormente se utiliza una entrada muy similar para el campo de contraseña en donde este es controlado por el input *forControlName="password"*.

En la tercera parte se crea el enlace para poder iniciar un proceso de restablecimiento de contraseña, al dar clic en este botón se activa la función *resetPassword*.

Y por último se encuentra la creación del botón de inicio de sesión, que igualmente es un botón de estilo Bootstrap, este funciona al hacer clic y verifica si la propiedad *userLogging* es cierta se hace el envío de formulario y permite el acceso.

Figura 74

Ingreso de datos y botón de inicio de sesión

```

<div class="card-body ">
  <span class="bmd-form-group">
    <div class="input-group">
      <div class="input-group-prepend">
        <span class="input-group-text">
          <i class="material-icons">email</i>
        </span>
      </div>
      <input ngNativeValidate required formControlName="email" type="email" class="form-control"
        | placeholder="Email...">
    </div>
  </span>
  <span class="bmd-form-group">
    <div class="input-group">
      <div class="input-group-prepend">
        <span class="input-group-text">
          <i class="material-icons">lock_outline</i>
        </span>
      </div>
      <input ngNativeValidate required formControlName="password" type="password" class="form-control"
        | placeholder="Contraseña...">
    </div>
  </span>
</div>

<div class="text-right sccolvido">
  <a (click)="resetPassword()" id="to-recover" class="text-primary cursor"><i
    | class="fa fa-lock m-r-5"></i> Olvido la contraseña</a>
</div>

<div class="text-center">
  <button [disabled]="userLogging" type="Submit" class="btn btn-primary btn-link btn-lg">
    <mat-spinner *ngIf="userLogging" class="md-spinner-btn" diameter="20"></mat-spinner>
    Iniciar sesión
  </button>
</div>

```

Fuente: Elaborado por el autor

Por último, en la figura 75 se genera la sección del pie de página del inicio de sesión, esta va a contener información sobre la empresa que diseña, los derechos de autor y la publicación del año en el que se encuentra en el momento de ingresar.

Figura 75

Diseño información y derechos de autor

```
<footer class="footer ">
  <div class="container">
    <nav class="pull-left">
    </nav>
    <div class="copyright pull-right">
      Diseñado por
      <a href="https://www.kilurtech.com" target="_blank">KilurTech </a>
      | Copyright &copy; <a href="https://www.kilurtech.com" target="_blank"> KilurTech </a>
      {{test | date: 'yyyy'}}
    </div>
  </div>
</footer>
```

Fuente: Elaborado por el autor

- **Implementación código para presentación de datos de horno**

Dentro de esta sección lo que se realiza es permitir que los datos alojados en los registros de la base de datos puedan ser presentados en la página web, en este caso como podemos observar en la figura 76 se crea la función de cargar límites la cual permite recuperar el último valor ingresado y poder realizar un mapeo de todos los datos que van ingresando posterior a ese dato y que estos sean presentados en las gráficas de la página web, tomando en cuenta los datos de límite de espera y de límite de ingreso.

Figura 76*Función para presentación de datos en base a límites*

```

cargarLastLmites(): Observable<{
  limite_espera: number;
  limite_ingreso: number;
}> {
  const user = this.authService.userAuth;
  return this.afs
    .collection(`Sucursales/${user.sucursalId}/limites/`, (ref) =>
      ref.orderBy("timestamp", "desc").limit(1)
    )
    .snapshotChanges()
    .pipe(
      map((datos: any[]) => {
        const limite_espera = datos[0].payload.doc.data().limite_espera;
        const limite_ingreso = datos[0].payload.doc.data().limite_ingreso;
        return { limite_espera, limite_ingreso };
      })
    );
}

```

Fuente: Elaborado por el autor

En la figura 77 se crea la función de crear límites con la finalidad de que en caso de que se ingresen nuevos límites por parte los encargados, este dato se actualice y se puede basar a los nuevos valores de comparación.

Figura 77*Función para actualización de límites*

```

crearLimite(limites: { limite_espera: number; limite_ingreso: number }) {
  const user = this.authService.userAuth;
  return this.afs.collection(`Sucursales/${user.sucursalId}/limites/`).add({
    ...limites,
    timestamp: firebase.firestore.FieldValue.serverTimestamp(),
  });
}

```

Fuente: Elaborado por el autor

En la figura 78 procedemos a crear la función para poder cargar la información desde la base de datos, es decir realizar un enlace con la base de datos de Firebase con la finalidad de poder recuperar u obtener datos desde la misma y de esta manera convertir cada uno en una instancia de la clase `horno tres`, que es donde se aloja los registros de los datos obtenidos.

Figura 78

Enlace con Firebase para obtener registros

```

cargarHorno3() {
  const user = this.authService.userAuth;

  return this.afs
    .collection(`Sucursales/${user.sucursalId}/horno_tres/`, (ref) =>
      ref.orderBy("timestamp", "desc").limit(54)
    )
    .snapshotChanges()
    .pipe(
      map((datos) => {
        let datosHorno: HornoTresModel[] = [];
        datos.forEach((doc) => {
          datosHorno.push(HornoTresModel.fromFirestore(doc.payload.doc));
        });

        return datosHorno;
      })
    );
}

```

Fuente: Elaborado por el autor

- **Implementación de código para presentación de gráficas en página web**

Ahora se presenta el código implementando mediante Angular para poder crear las gráficas las cuales van a representar los datos recopilados por el sistema, en este caso tomando en cuenta el contador de cuantas vagonetas han ingresado y el tiempo de ingreso y espera que le toma cada una.

Para empezar con la plantilla para presentación de gráficas, podemos observar en la figura 79 se usa algunas directivas de angular dentro del código HTML en donde en primera instancia se crea un contenedor con la clase `main-content` con el cual se agrupa el contenido

principal de la página, posteriormente se crea un contenedor con la clase *container-fluid* para poder crear un diseño fluido y responsivo, luego se utiliza la directiva de Angular *ngIf* en donde si el contenido presentado se evalúa y es verdadero pasa a presentarse, caso contrario el contenido se omite.

De igual forma se crea un contenedor estilo *card* para poder dar el aspecto de presentación de una tarjeta, así como el contenedor *loader* que sirve para mostrar un indicador de carga mientras se presenta la información, la clase *circular* inicia un elemento de tipo SVG para poder crear gráficos de forma vectorial y que se enlaza con el anterior contenedor para el indicador de carga.

Figura 79

Creación de contenedores para gráficas

```

<div class="main-content">
  <div class="container-fluid">
    <div class="row" *ngIf="isLoadingResults">
      <div class="card">
        <div class="loader">
          <svg class="circular" viewBox="25 25 50 50">
            <circle
              class="path"
              cx="50"
              cy="50"
              r="20"
              fill="none"
              stroke-width="2"
              stroke-miterlimit="10"
            />
          </svg>
        </div>
      </div>
    </div>
  </div>
</div>

```

Fuente: Elaborado por el autor

En la figura 80 se presenta el diseño y presentación de las gráficas, es decir la forma que va a ser presentada la tarjeta con las gráficas dentro, tomando en cuenta la forma y los títulos que esta va a llevar.

En primera instancia se designa el diseño mediante filas y columnas, aquí es donde se va a ubicar los datos, de igual manera se crea la cabecera de la tarjeta de presentación la cual lleva la forma de una línea de tiempo y es aquí donde se presenta el flujo de datos mediante la gráfica, y por último se usa algunos atributos de Angular como *datasets*, *labels*, *options*, mismos que permiten enlazar con las clases creadas y poder mostrar la información que se almacena en los registros de la base de datos de horno tres, es decir los tiempos de ingreso y los tiempos de espera.

Figura 80

Diseño y presentación de gráficas

```

<div class="row">
  <div class="col-md-12">
    <div class="card">
      <div class="card-header card-header-primary card-header-icon">
        <div class="card-icon">
          <i class="material-icons">timeline</i>
        </div>
        <legend class="card-title">Horno 3</legend>
      </div>
      <div class="card-body">
        <div class="row">
          <div class="col-md-12">
            <div style="display: block">
              <canvas
                baseChart
                [datasets]="lineChartDataHornoIngreso"
                [labels]="lineChartLabelsHorno"
                [options]="lineChartOptionsHornoIngreso"
                chartType="line"
              ></canvas>
            </div>
          </div>
          <div class="col-md-12">
            <div style="display: block">
              <canvas
                baseChart
                [datasets]="lineChartDataHornoEspera"
                [labels]="lineChartLabelsHorno"
                [options]="lineChartOptionsHornoEspera"
                chartType="line"
              ></canvas>
            </div>
          </div>
        </div>
      </div>
    </div>
  </div>
</div>

```

Fuente: Elaborado por el autor

Capítulo IV: Pruebas de Funcionamiento

En el siguiente capítulo se presenta la fase final del desarrollo del sistema, realizando las pruebas de funcionamiento del prototipo para poder verificar y validar la etapa del diseño y de igual forma con la finalidad de lograr verificar si se cumple los requerimientos planteados dentro del capítulo 3 de diseño, también se presenta un análisis sobre el costo de implementación del sistema y las mejoras que brinda en la empresa dicho sistema.

Para poder validar cada uno de los requerimientos planteados se presenta dos escenarios de pruebas, en donde uno se lo realiza con un tiempo menor al que se presenta en el área de producción y otro el cual se maneja los tiempos reales del ingreso de vagonetas del sector de producción.

4.1 Pruebas y Validación del Sistema

Para empezar esta sección se creó un entorno de pruebas en el cual se presenta con tiempos pequeños y con tiempos reales de producción, en primer lugar, se utilizó un PLC Logo con el cual se realiza el entorno de pruebas y el envío de datos hacia la base de datos de Firebase mediante comunicación Modbus.

Estas pruebas se basan con el funcionamiento del área de producción, en donde se requiere el conteo de vagonetas y el tiempo que se demora el ingreso de cada una de ellas y su posterior lectura de datos del PLC y envío hacia la nube para poder tener un control adecuado y evitar posibles problemas de producción dentro del horno designado que es el horno 3. Comprende las pruebas de adquisición de datos, el tratamiento dentro del PLC y la lectura de estos mediante el protocolo Modbus TCP.

Tabla 17 Pruebas para validación de sistema

Pruebas iniciales del sistema de monitoreo	
Pruebas	Resultados Esperados
Prueba 1. Verificar que el sensor adquiere los datos requeridos para su posterior tratamiento y análisis.	Se espera que todos los datos sean recopilados e ingresados al PLC.
Prueba 2. Verificar que los datos ingresados sean procesados en el PLC y se reflejen dentro de este.	Se espera que se traten los datos de manera correcta tomando en cuenta los registros de memoria designados.
Prueba 3. Verificar la lectura y envío de datos mediante el protocolo Modbus TCP por la red LAN definida.	Se espera que la comunicación Modbus sea correcta y el tiempo de envío de datos sea el menos posible y además que la red LAN provea de acceso a internet a todo el sistema.
Prueba 4. Verificación y almacenamiento de registros y datos en la base de datos de Firebase.	Se espera que los registros se almacenen de manera correcta con los datos ingresados al momento de que la producción esté activa.
Prueba 5. Verificar la presentación de datos en la página web mediante las gráficas establecidas.	Se espera que las gráficas puedan brindar la información adecuada para tener un buen control de producción y poder tomar las decisiones operativas correctas.

Fuente: Elaborado por el autor

4.1.1 Prueba 1: Verificar que el sensor adquiere los datos requeridos para su posterior tratamiento y análisis

- **Entorno Simulado**

Para poder validar la primera etapa del sistema se debe conocer que los datos adquiridos por el sensor son binarios, es decir 1 y 0, la forma de manejar esta lógica es parecida al funcionamiento de un interruptor, por lo cual para el primer escenario de pruebas con tiempos

pequeños se utiliza entradas digitales a manera de interruptor, como se puede observar en la figura 81.

Figura 81

Entradas digitales para sensor



Fuente: Elaborado por el autor

Como se puede observar las entradas constan con un interruptor el cual va a realizar el mismo funcionamiento del sensor al momento de detectar objetos, esto por facilidad de implementación, se debe saber que la forma en la que el sensor detecta los objetos es de la siguiente manera.

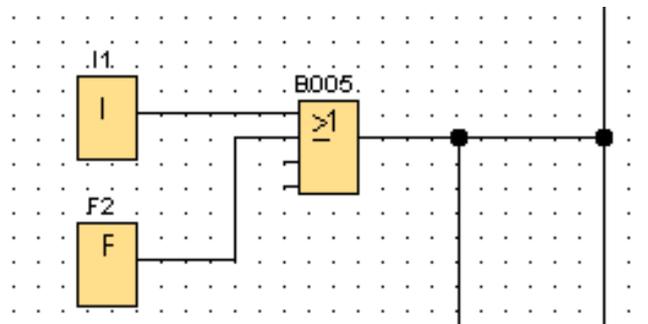
Se encuentra el horno de producción en donde se ubica el sensor para lo cual las vagonetas van ingresando una por una, entonces en el primer escenario la función es que al activar el interruptor funciona con un 1 lógico igual que el sensor al detectar un objeto, y cuando se apaga el interruptor funciona como un 0 lógico igual que el sensor cuando no detecta un objeto entre su haz de luz. Es por eso que se utiliza el interruptor con la misma función que el sensor, para tomar en cuenta los tiempos de ingreso, se realiza 5 tomas de

datos es decir el ingreso de 5 vagonetas a los hornos de producción con tiempo en segundos $t(s)$ y de esta forma poder evidenciar el proceso de ingreso de las vagonetas al horno 3.

Para poder ver el funcionamiento del sensor se realiza una simulación dentro del software de programación del PLC Logo como se puede observar en la figura 82, en donde se genera el Input que es para una entrada real y una Input F que es para una entrada simulada, las cuales se encuentran conectadas a una entrada OR la cual permitirá verificar la lógica de ingreso de los datos al momento de encontrarse en el estado encendido o apagado, es decir “1” lógico o “0” lógico.

Figura 82

Simulación Input adquisición de datos



Fuente: Elaborado por el autor

Podemos también verificar en la figura 83 que los datos fueron ingresados correctamente mediante las entradas digitales del PLC mediante el contador debido a que al existir un “1” lógico el contador va a aumentar de uno en uno, y como se mencionó se realiza 5 toma de datos, es decir el ingreso de 5 vagonetas a los hornos de producción.

Figura 83*Contador para verificación de datos*

Fuente: Elaborado por el autor

En la figura 84 se puede verificar la primera toma de datos mediante la entrada digital, estos datos son muy pequeños en comparación a los tiempos manejados en el área de producción, es por eso que se realiza una toma con diferentes tiempos para poder verificar el proceso realizado en el entorno de producción real.

Figura 84*Toma de datos mediante entrada digital*

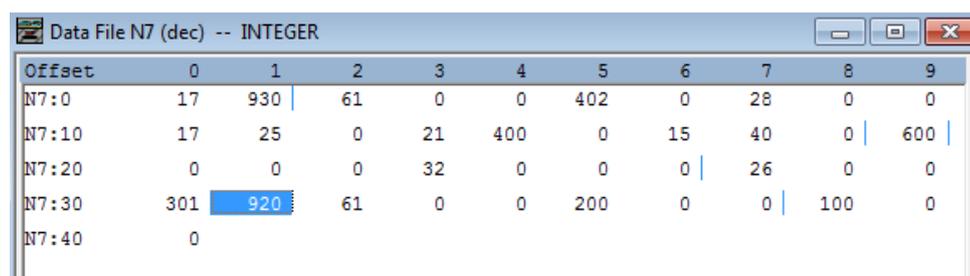
Fuente: Elaborado por el autor

- **Entorno Real**

Ahora para poder verificar la adquisición de datos en un entorno real de producción se lo hace con datos reales tomados dentro del área en donde se encuentran los hornos de producción, como ya se venía mencionando se trabaja en conjunto con personal de la empresa KilurTech por lo que el acceso es restringido para cierto personal por motivos de que la producción no puede detenerse en ningún momento, ni tampoco se puede interrumpir en el área de trabajo de los encargados de los hornos y las vagonetas de producción, es por eso que el representante legal es el que ingresa y realiza la toma de datos, se puede verificar este proceso mediante la revisión de los registros en donde entran los datos al PLC, la lógica del sensor se maneja con binarios, pero para poder verificar los datos se lo realiza con la conversión a tiempo y unidades dentro del PLC, las memorias o registros designados como se había mencionado son las memorias 30, 31 y 32 en donde se puede ver reflejado el último dato que ingresa a los registros, en este caso la lógica que se maneja con los datos es la memoria 30 se ve reflejado el número de vagoneta que ha ingresado, la memoria 31 el tiempo de ingreso de la vagoneta, y la memoria 32 el tiempo de espera al ingresar otra vagoneta a los hornos de producción como se puede observar en la figura 84.

Figura 85

Verificación de datos



Offset	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
N7:0	17	930	61	0	0	402	0	28	0	0
N7:10	17	25	0	21	400	0	15	40	0	600
N7:20	0	0	0	32	0	0	0	26	0	0
N7:30	301	920	61	0	0	200	0	0	100	0
N7:40	0									

Fuente: Elaborado por el autor

En la figura 86 se puede observar la ubicación del sensor colocado a la entrada del horno de producción, el cual puede realizar la adquisición de datos al momento en que las vagonetas van a ingresando, esto lo realiza mediante el Haz de luz que desprende el sensor, el cual al momento de causar interferencia en el haz de luz indica la presencia de un objeto, y este se mantiene en uno hasta que la vagoneta salga del horno de producción dando a conocer el tiempo que se ha demorado en realizar este proceso.

Figura 86

Ubicación de sensor en horno de producción

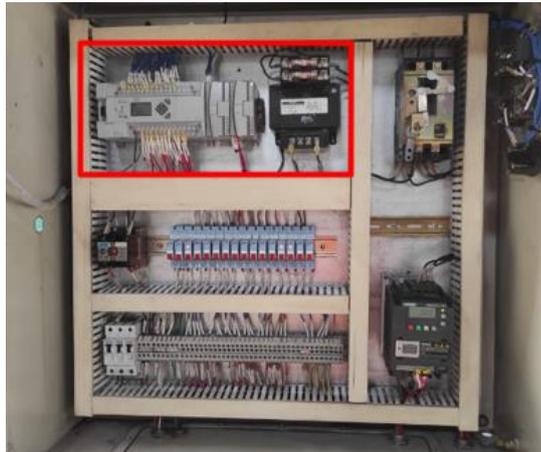


Fuente: Elaborado por el autor

De igual manera el sensor se encuentra conectado al PLC y a su respectiva fuente de alimentación como se puede observar en la figura 87, de esta manera los datos adquiridos pasan al PLC para ser tratados con los parámetros requeridos.

Figura 87

Alimentación y conexión de sensor al PLC



Fuente: Elaborado por el autor

4.1.2 Prueba 2: Verificar que los datos ingresados sean procesados en el PLC y se reflejen dentro de este

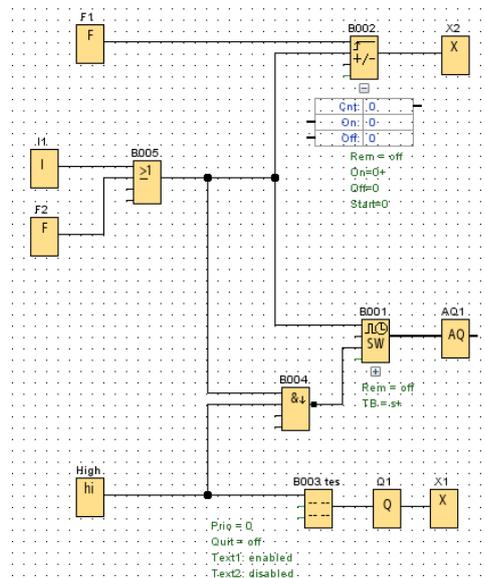
- **Entorno Simulado**

De igual manera se presenta los dos entornos de prueba realizados, en primer lugar, se verifica con tiempos pequeños y con las 5 tomas de datos realizados, primeramente, se procede a configurar el direccionamiento respectivo de la Red para que todos los dispositivos se encuentren en la Red LAN creada para el sistema, para el caso del PLC se ha designado una dirección 192.168.0.2/24 como se puede observar en la figura 88.

Figura 88*Dirección IP de PLC*

Fuente: Elaborado por el autor

Dentro del PLC se procese a realizar la configuración, para lo cual se realiza el diagrama que se puede apreciar en la figura 89, dentro de esta se aprecia las entradas o input tanto reales como para simulación, las cuales van unidad con un contador el cual se maneja mediante la lógica de activación cuando se detecta el cierre del circuito o la presencia de algún objeto, este aumentará de uno en uno, de igual manera se encuentra el timer el cual va a poder tomar el tiempo que se demora en estar activo el “1” lógico, y también se configura la interfaz en la cual se va a presentar esta información.

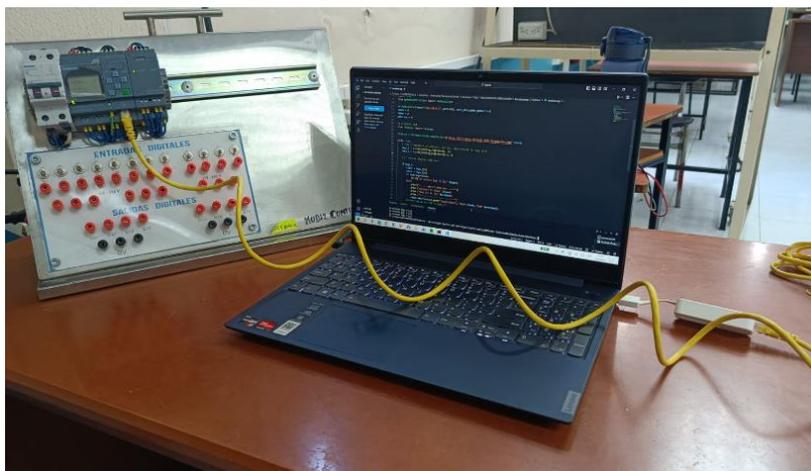
Figura 89*Diagrama para configuración de PLC*

Fuente: Elaborado por el autor

Este diagrama posteriormente se lo carga en el PLC para poder empezar a realizar la adquisición de datos respectivos, es por eso que se encuentra conectado mediante ethernet con el computador como se puede ver en la figura 90 y además se encuentra en la misma red para poder tener comunicación entre los dispositivos, en la figura 91 se puede observar la dirección que se maneja en el computador. Con este proceso se puede configurar de una manera más sencilla el PLC y poder tener cargado dentro de este el programa realizado dentro del software de simulación del PLC que se está manejando.

Figura 90

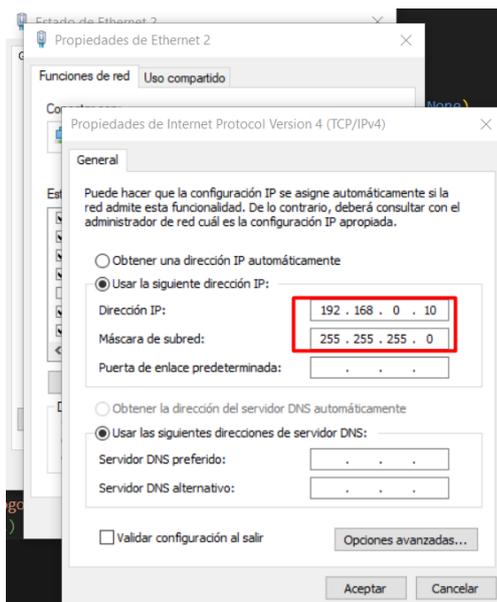
Conexión mediante ethernet de computador con PLC



Fuente: Elaborado por el autor

Figura 91

Direccionamiento de computador



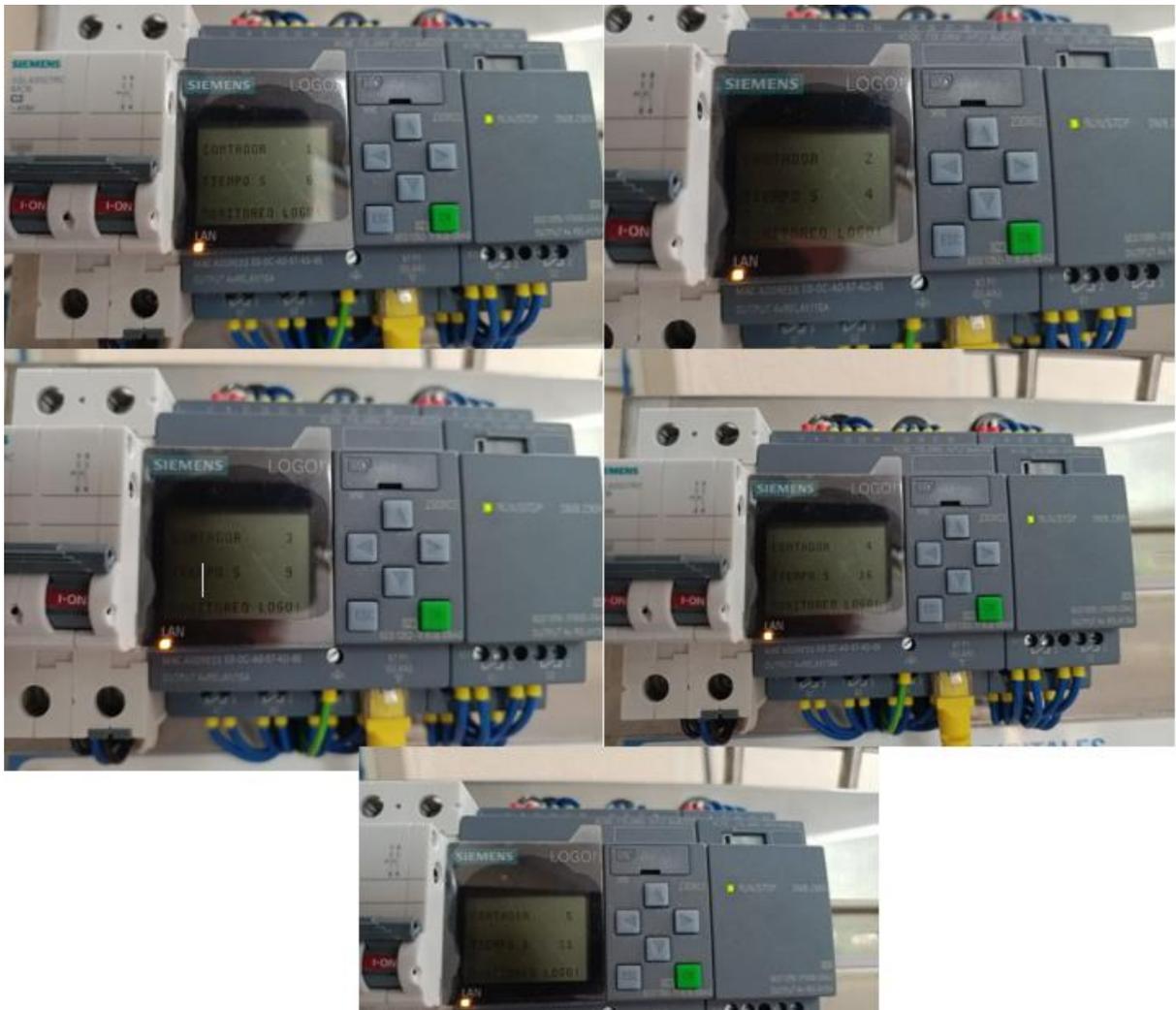
Fuente: Elaborado por el autor

Con esto se encuentra realizada toda la configuración del PLC tomando en cuenta los requerimientos, de igual manera se puede verificar el proceso de la toma de datos reflejados

en el PLC, dentro del panel de configuración se encuentra la pantalla disponible para poder observar cada una de las iteraciones realizadas dentro del mismo.

Figura 92

Verificación de proceso en PLC



Fuente: Elaborado por el autor

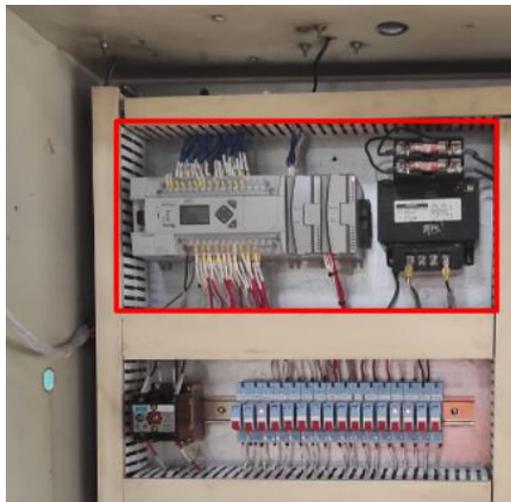
- **Entorno Real**

Dentro del entorno de producción la configuración del PLC es realizada por el representante legan en conjunto con mi persona de manera remota, para el caso del PLC de igual manera se maneja el direccionamiento de la Red LAN, para esto se utiliza el software

RSLogix 500 de la marca Allen Bradley, en la figura 93 se puede observar el PLC con el cual se va a trabajar, este como se mencionó es un PLC Micrologix 1400 Allen Bradley.

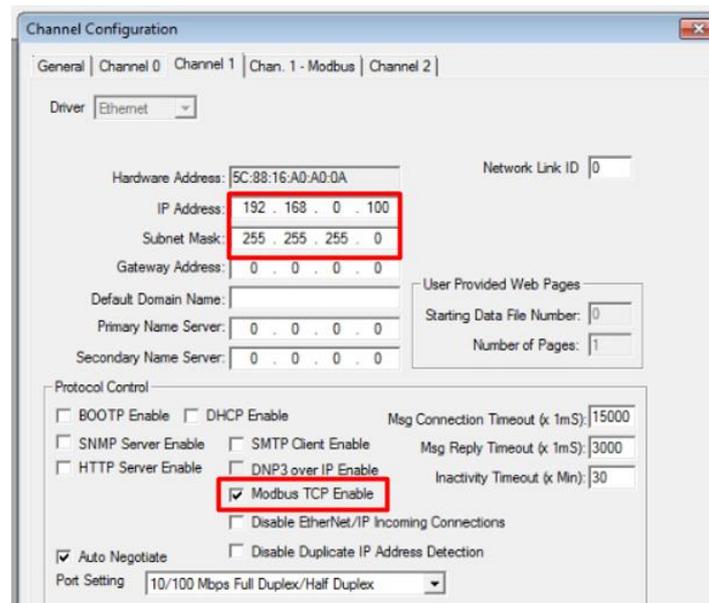
Figura 93

PLC Micrologix 1400 en sector de producción



Fuente: Elaborado por el autor

Podemos verificar el direccionamiento asignado en el PLC y de igual manera la conexión Modbus TCP habilitada para poder leer los datos en la siguiente etapa, esto con la finalidad de poder tener compatibilidad con la siguiente etapa y poder hacer una lectura de datos de manera correcta aplicando los límites y parámetros establecidos de tiempo con los que trabajan dentro del área de producción, estas configuraciones se pueden verificar en la figura 94.

Figura 94*Direccionamiento y conexión Modbus de PLC*

Fuente: Elaborado por el autor

Una vez que la toma de datos empieza se puede ir verificando los datos que van llegando al PLC mediante el INTEGER 7 el cual se encuentra vinculado para poder realizar el almacenamiento en las memorias asignadas respectivas.

En la figura 95 se puede observar la lectura de los datos reflejados dentro del INTEGER designado, podemos observar que en la memoria 30 se encuentra el contador con el numero 1 ya que es el número de vagonetas que ha ingresado, con su tiempo respectivo de ingreso en la memoria 31 con el tiempo de 923 segundos esto quiere decir el tiempo que se demora en ingresar y estar en el horno de producción, y en la memoria 32 el tiempo de espera o el tiempo en que se encuentra en un “0” lógico, es decir el momento que demora en ingresar la siguiente vagoneta con un tiempo de 68 segundos.

Figura 95

Lectura de datos de la primera vagoneta ingresada

Offset	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
N7:0	145	52	0	0	0	0	0	15	0	0
N7:10	0	0	0	12	69	0	14	24	0	0
N7:20	0	0	0	32	0	0	0	12	0	0
N7:30	1	923	68	0	0	12	0	0	65	0
N7:40	0									

Fuente: Elaborado por el autor

Esto lo podemos igualmente verificar en la figura 96 los demás datos que han ingresado a lo largo de la adquisición durante el proceso de producción.

Figura 96

Lectura de datos en el PLC

Offset	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
N7:0	100	0	0	15	0	0	0	0	14	0
N7:10	0	0	0	0	58	56	85	11	0	0
N7:20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N7:30	107	930	62	0	0	0	0	0	0	0
N7:40	0									

Offset	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
N7:0	0	0	56	56	58	0	0	0	0	7
N7:10	0	0	18	0	0	0	68	25	0	0
N7:20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
N7:30	515	920	61	0	0	0	0	125	0	0
N7:40	0									

Offset	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
N7:0	35	58	69	0	0	402	28	0	0	0
N7:10	0	25	0	26	500	0	28	55	0	700
N7:20	0	0	0	36	0	0	0	40	0	0
N7:30	535	933	69	0	0	260	0	0	130	0
N7:40	0									

Offset	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
N7:0	36	59	69	0	0	402	0	28	0	0
N7:10	0	25	0	26	520	0	28	55	0	700
N7:20	0	0	0	36	0	0	0	40	0	0
N7:30	536	901	58	0	0	265	0	0	130	0
N7:40	0									

Fuente: Elaborado por el autor

4.1.3 Prueba 3: Verificar la lectura y envío de datos mediante el protocolo Modbus TCP por la red LAN definida

- **Entorno Simulado**

Dentro de esta etapa lo que se realizó es un código de programación haciendo uso de Python que es un lenguaje el cual es de código abierto, este se encuentra ejecutando para poder leer los datos de las memorias o registros del PLC mediante el protocolo de comunicación Modbus TCP, este se lo explica de manera más concreta a continuación.

En la figura 97 podemos observar que, primeramente, se importa el primer módulo correspondiente a al cliente de Modbus con la finalidad de poder realizar la conexión del protocolo Modbus TCP, a continuación, se realiza la conexión del cliente de Modbus con el host o servidor del cual se realiza la lectura, en este caso se especifica la dirección del PLC con el puerto estándar para este tipo de comunicación que es el puerto 502 y especificamos que sea una conexión siempre abierta. A continuación, se inicializa las variables del contador, el timer y una previa para poder almacenar estos datos,

Figura 97

Código implementado para lectura de datos con Modbus TCP

```
@author: Luis Andriu Suarez Remache
"""

import time
from pyModbusTCP.client import ModbusClient

c= ModbusClient(host="192.168.0.2", port=502, unit_id=1,auto_open=True)
count = 0
timer = 0
previous = 0
```

Fuente: Elaborado por el autor

La siguiente parte del código implementado se lo explica mediante 4 partes, en donde en la figura 98 la parte 1 hace referencia a la importación del segundo módulo, el cual es Firebase para poder realizar la comunicación y enviar hacia la base de datos en la nube, de igual manera se especifica el URL correspondiente al servicio de almacenamiento de la base de datos anteriormente creada dentro de Firebase con esto se inicializa la base de datos.

En la segunda parte se realiza un lazo repetitivo para que se encuentre ejecutando en todo momento y de esta forma se encuentre activo en las horas de producción cuando se realiza en el entorno real, aquí se lee los “holding registers” desde la dirección 1 y desde la dirección 512 y de esta forma poder direccionar a los datos enviados por el PLC por la comunicación Modbus.

En la tercera etapa se realiza una lógica la cual permite si ha existido una medición llegar a las variables que se inicializó anteriormente y se genera un “console log” si el tiempo es mayor o igual al anterior, dentro del “else” lo que se realiza es una impresión del contador y el tiempo en caso de que haya finalizado la toma de datos o que haya sido detectado el objeto, posteriormente cuando ha finalizado la detección se realiza un post hacia la base de datos y se reflejen en esta.

Y en la última etapa simplemente se puede observar que se refresca cada dos segundos, se reinician las variables y empieza la nueva detección o toma de datos.

Figura 98

Código para leer registros y enviar a base de datos

```

## FIREBASE INICIALIZACION
from firebase import firebase

firebase = firebase.FirebaseApplication("https://fir-edesa-default-rtdb.firebaseio.com/",None)

while True:
    # Leer 2 registros en las direcciones 1 y 512, posteriormente almacenar los registros
    regs_1 = c.read_holding_registers(1, 2)
    regs_2 = c.read_holding_registers(512, 2)

    # Si lee correctamente los registros

    if regs_1:
        timer = regs_2[0]
        count = regs_1[0]
        if timer>=previous:
            print('SW console log: %s [s]' %timer)
        else:
            print('*-----Object detected-----*')
            print('Counter: %s items' %count)
            print('Time in: %s [s]' %previous)
            print('*-----*')
            resultado=firebase.post('/logo!/data',{'item':count,'time':previous})

    else:
        print('unable to read registers')

    # Esperar 2 segundos antes de la próxima toma
    time.sleep(2)
    previous = timer

```

Fuente: Elaborado por el autor

Hay que tener en cuenta que para poder ejecutar este código es necesario hacer la instalación de los diferentes módulos, es por eso que se procede a realizar la instalación del módulo de Firebase y el módulo de la comunicación Modbus TCP, esto se puede observar en la figura 99.

De igual manera con el software Modbus Poll se puede verificar la comunicación Modbus TCP realizada al momento de la implementación y de igual manera el tráfico de datos leído con este protocolo, en la figura 100 en la parte de la izquierda se puede observar la comunicación Modbus por donde fluye el tiempo en segundos que se demora la vagoneta, y en la parte derecha se encuentra la verificación del contador que son los datos leídos por el protocolo Modbus TCP.

Figura 99

Instalación de módulos necesarios

```

C:\Users\SUPERTRONICA>pip3 install firebase
Collecting firebase
  Using cached firebase-4.0.1-py3-none-any.whl (12 kB)
Collecting requests
  Downloading requests-2.31.0-py3-none-any.whl (62 kB)
    | 62 kB 327 kB/s
Collecting charset-normalizer<4,>=2
  Downloading charset-normalizer-3.2.0-cp310-cp310-win_amd64.whl (96 kB)
    | 96 kB 501 kB/s
Collecting idna<4,>=2.5
  Using cached idna-3.4-py3-none-any.whl (61 kB)
Collecting certifi>=2017.4.17
  Using cached certifi-2023.7.22-py3-none-any.whl (158 kB)
Collecting urllib3<3,>=1.21.1
  Downloading urllib3-2.0.4-py3-none-any.whl (123 kB)
    | 123 kB 2.2 MB/s
Installing collected packages: urllib3, idna, charset-normalizer, certifi, requests, firebase
Successfully installed certifi-2023.7.22 charset-normalizer-3.2.0 firebase-4.0.1 idna-3.4 requests-2.31.0 urllib3-2.0.4
WARNING: You are using pip version 21.2.4; however, version 23.2.1 is available.
You should consider upgrading via the 'C:\PY\python.exe -m pip install --upgrade pip' command.

C:\Users\SUPERTRONICA>pip3 install pyModbusTCP
Collecting pyModbusTCP
  Using cached pyModbusTCP-0.2.0.tar.gz (23 kB)
Using legacy 'setup.py install' for pyModbusTCP, since package 'wheel' is not installed.
Installing collected packages: pyModbusTCP
  Running setup.py install for pyModbusTCP ... done
Successfully installed pyModbusTCP-0.2.0
WARNING: You are using pip version 21.2.4; however, version 23.2.1 is available.
You should consider upgrading via the 'C:\PY\python.exe -m pip install --upgrade pip' command.

C:\Users\SUPERTRONICA>

```

Fuente: Elaborado por el autor

Figura 100

Verificación de comunicación Modbus con software Modbus Poll

The screenshot shows the Modbus Poll software interface with two data tables displayed. The left table is for Mbpol3 and the right table is for Mbpol4.

Mbpol3		
Name	00512	
512	TIEMPO S	0
513		0
514		0
515		0
516		0
517		0
518		0
519		0
520		0
521		0

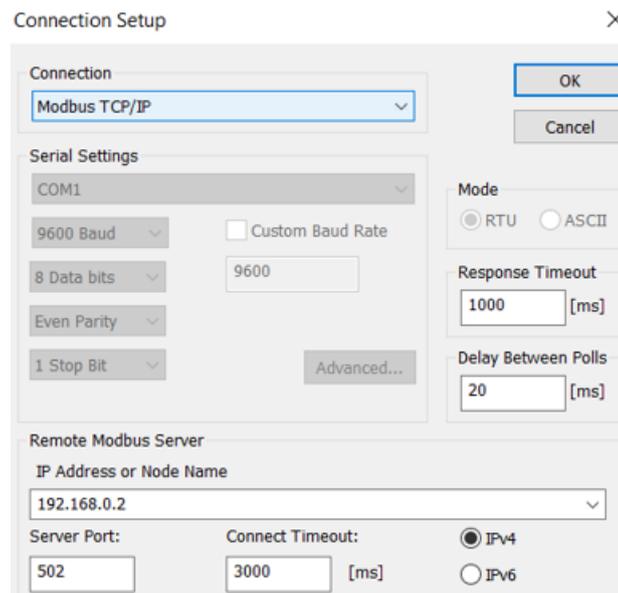
Mbpol4			
Name	00000	Name	00010
0			0
1	CONTAADOR	4	
2		0	
3		0	
4		0	
5		0	
6		0	
7		0	
8		0	
9		0	

Fuente: Elaborado por el autor

Para poder verificar la conexión que se indicó anteriormente al momento de generar las ventanas de Modbus Poll requiere la configuración en este caso del PLC, al cual se realiza la conexión de protocolo, es por eso que como se puede observar en la figura 101 se coloca la dirección IP del PLC, el puerto y el tipo de comunicación para leer los datos.

Figura 101

Conexión de protocolo de comunicación en software



Fuente: Elaborado por el autor

- **Entorno Real**

Para el entorno real dentro del área de producción de igual manera se generó un código el cual se ejecuta con la Raspberry dentro del área de producción, colocando de igual manera en el panel de control en conjunto con el PLC, en el capítulo de diseño se dio a conocer el código implementado.

Entre las partes más relevantes se encuentra la comunicación realizada con el PLC para la lectura de las memorias 30, 31 y 32 que fueron designadas para la adquisición de datos, como se puede observar en la figura 102 en primera instancia se importa los módulos necesarios tanto

de Firebase como el cliente de Modbus, como en el caso anterior también se define la comunicación con la dirección IP del PLC, su respectivo puerto para de esta forma poder leer los datos con el protocolo de comunicación.

Posteriormente se define una instancia para poder cargar la información de autenticación de la base de datos con la finalidad que los datos llegues mediante la comunicación Modbus, de igual manera se inicializa la base de datos con la URL respectiva para el almacenamiento de los registros, también se inicializa las variables que van a ser leídas y se coloca la ruta en donde se van a almacenar los registros como una colección.

Figura 102

Código implementado

```
import firebase_admin
from firebase_admin import credentials
# from firebase_admin import db
from firebase_admin import firestore
import time
from pyModbusTCP.client import ModbusClient

client = ModbusClient(host="192.168.0.100", port=502, auto_open=True)

cred = credentials.Certificate("edesa.json")
firebase_admin = firebase_admin.initialize_app(cred, {'databaseURL': 'https://edesa-test-demo-default-rtdb.firebaseio.com/'})
db_firestore = firestore.client()
limite_ingreso_fb = 0
limite_espera_fb = 0
counter_fb = 0
contador = 0
tiempo_ingreso = 0
tiempo_espera = 0

horno_3_ref = db_firestore.collection('Sucursales/qbeYUmx9VPRaLxhhRmueBb9xTuf1/horno_tres')
limites_ref = db_firestore.collection('Sucursales/qbeYUmx9VPRaLxhhRmueBb9xTuf1/limites')
```

Fuente: Elaborado por el autor

Cuando ya se realiza la lectura de los datos que se encuentran en las memorias mencionadas anteriormente, se genera una función la cual permita ordenar mediante colecciones de manera descendente los registros que se van a reflejar en la base de datos, todo esto es posible gracias a la comunicación Modbus TCP que se utiliza para poder sacar la información y enviarla a la base de datos.

Figura 103

Función para registros con datos leídos mediante Modbus TCP

```
# Crear una consulta para obtener el último documento de horno_3_ref basado en el timestamp
query_horno_3 = horno_3_ref.order_by('timestamp', direction=firestore.Query.DESCENDING).limit(1)

# Crear una consulta para obtener el último documento de limites_ref
query_limites = limites_ref.order_by('timestamp', direction=firestore.Query.DESCENDING).limit(1)
```

Fuente: Elaborado por el autor

Para poder verificar todo esto podemos observar dentro de la base de datos la función establecida, esto se ve reflejado debido a que la comunicación Modbus TCP se realiza de manera correcta, los datos son leídos con éxito y enviados hacia la base de datos para poder ser almacenados en registros.

Figura 104

Registros almacenados mediante Comunicación Modbus TCP

The screenshot shows the Firestore console interface. The breadcrumb path is 'Sucursales > qbeYUmx9VPRaLxhhRmueBb9xTuf1 > horno_tres'. The collection 'horno_tres' is selected, and a list of 14 documents is displayed. Each document entry includes a timestamp and a document ID. The timestamps range from 19:37:09 UTC-5 to 13:16:32 UTC-5. The document IDs are alphanumeric strings. A message at the bottom of the collection view states: 'Este documento no existe, por lo que no aparecerá en las consultas ni en las instantáneas' with a link to 'Más información'.

Timestamp	Document ID
3 de septiembre de 2023, 19:37:09 UTC-5	F3j08y7aPDR9EAt6fhwJZ
3 de septiembre de 2023, 19:30:08 UTC-5	5ckxfX4Qe8E37ergDjz0
3 de septiembre de 2023, 19:23:08 UTC-5	RWwV7pM86HLdrgRv8AeF
3 de septiembre de 2023, 19:16:08 UTC-5	eLlQPRrptYHBMkozJgJH
3 de septiembre de 2023, 19:09:07 UTC-5	AD80d9AgTtEKDzeqNfgb
3 de septiembre de 2023, 19:02:07 UTC-5	gaDgFBQvSzhFuS4 gaDgFBQvSzhFuSgyf7uK
3 de septiembre de 2023, 14:40:33 UTC-5	8mzAg61ob14EZS8wJ1HS
3 de septiembre de 2023, 14:31:34 UTC-5	akMdnH5H1MeGEIHPiX
3 de septiembre de 2023, 14:16:34 UTC-5	r9Ud2FeendJ7Hgtupkun
3 de septiembre de 2023, 14:01:33 UTC-5	sxbxKAUrVZNgRj3KCF6
3 de septiembre de 2023, 13:46:33 UTC-5	L2sQ24b3PZLJCbVzez9T
3 de septiembre de 2023, 13:31:33 UTC-5	7m07JkdA8mEByQUtI9K
3 de septiembre de 2023, 13:16:32 UTC-5	

Fuente: Elaborado por el autor

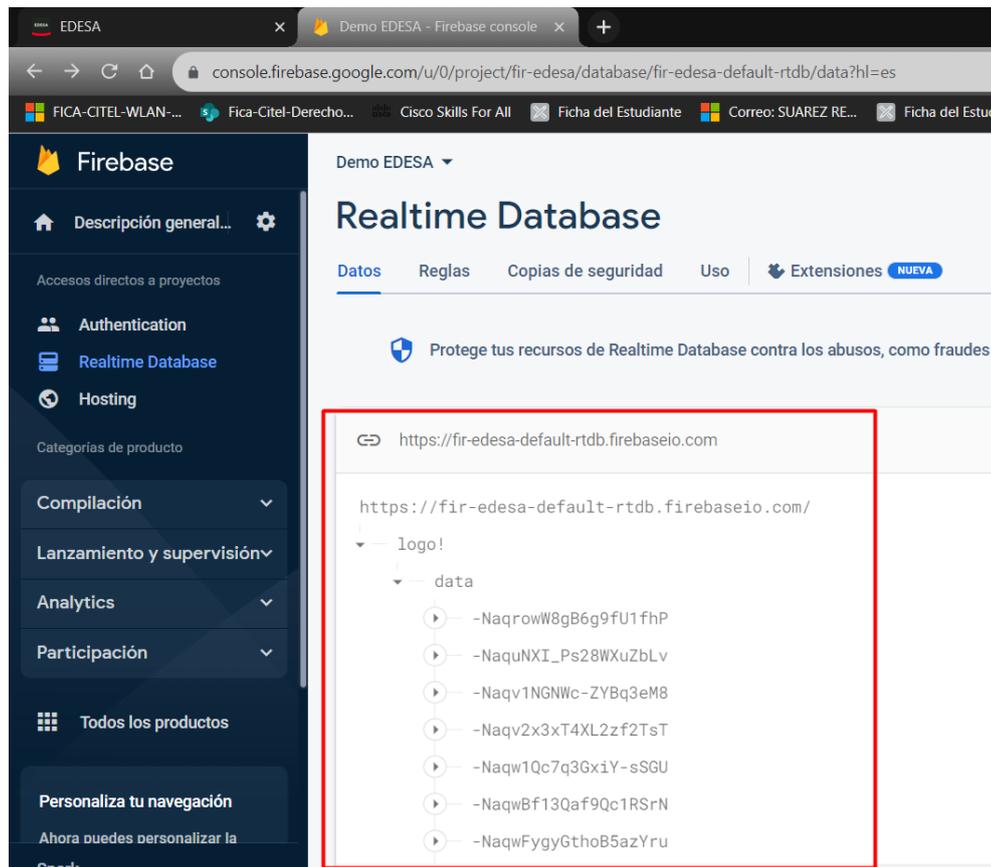
4.1.4 Prueba 4: Verificación y almacenamiento de registros y datos en la base de datos de Firebase

- **Entorno Simulado**

Continuando con el proceso de almacenamiento de datos se puede verificar dentro de Firebase del servicio de RealTime Database los registros que se han generado de manera automática y en tiempo real, para el entorno con tiempo reales se creó un proyecto dentro de Firebase para poder vincularlo en el almacenamiento de datos, como se pudo observar en la etapa anterior se definió la URL a la cual se iban a enviar los datos mediante el protocolo de comunicación Modbus TCP.

Como se puede observar en la figura 105 se refleja los registros generados con la adquisición y tratamiento de los datos, la ventaja de usar esta base de datos es que la información se almacena y también se sincroniza en la nube al ser una base de datos NoSQL alojada en la nube, esto quiere decir que todos los datos tienen sincronización con los usuarios todo en tiempo real y además brinda la funcionalidad de que la información va a estar siempre disponible aunque la aplicación desplegada no tenga conexión.

Como se puede observar dentro del URL especificado anteriormente se genera el dispositivo del cual se leen los datos en este caso del PLC, para posteriormente generar la carpeta donde se almacenan los registros de datos de manera ordenada conforme fue el sitio de llegada y estos están disponibles o se tiene acceso desde cualquier dispositivo móvil o navegador web sin necesidad de un servidor de aplicaciones.

Figura 105*Registros generados en base de datos*

Fuente: Elaborado por el autor

Estos registros de datos pueden ser revisados y contienen la información del contador y el tiempo que se demora en segundos, como se evidenció en etapas anteriores en este entorno se hizo 5 tomas de datos lo cual en un entorno real corresponde al ingreso de 5 vagonetas a los hornos de producción, como se puede observar en la figura 106 se reflejan las 5 tomas de datos realizadas en donde ítem hace referencia al número de vagoneta y el time es el tiempo que se ha demorado hasta el siguiente ingreso de la otra vagoneta.

Figura 106*Información de registros con el contador y tiempo*

Fuente: Elaborado por el autor

- **Entorno Real**

Para el entorno real se realizó las pruebas correspondientes en las cuales se pudo obtener muchos registros tomando en cuenta que se realizó pruebas con diferentes límites y tiempos de quema de los hornos, en total con todas las pruebas realizadas en los diferentes días hasta ahora se han generado un total de 565 vagonetas ingresadas al horno 3, tomando en cuenta que se requiere conocer el escenario idóneo para poder implementar posteriormente una automatización.

Dentro de la base de datos se realizó la vinculación con el servicio de base de datos en tiempo real, para las pruebas realizadas se permitió el acceso para compartir como colaborador

en el proyecto que se encuentra en Firebase con nombre “Edesa-Test-Demo” por parte del representante legal de KilurTech como se puede observar en la figura 107.

Figura 107

Invitación para colaboración en Firebase

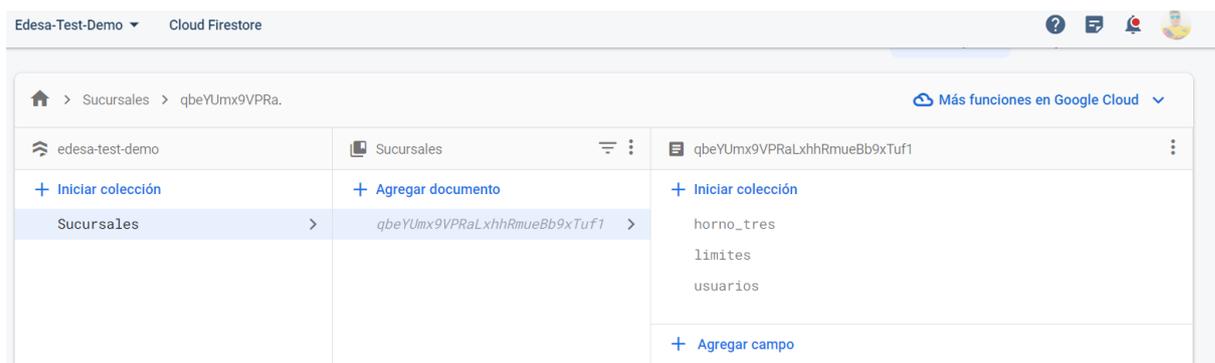


Fuente: Elaborado por el autor

Como podemos observar en la figura 108 se encuentran las diferentes colecciones generadas con los documentos o registros y el origen de donde vienen, en este caso es el horno 3, también se encuentran registros correspondientes a los límites utilizados y los dos usuarios generados para el acceso a la página web tanto en modo usuario como en modo administrador.

Figura 108

Colecciones y registros en base de datos

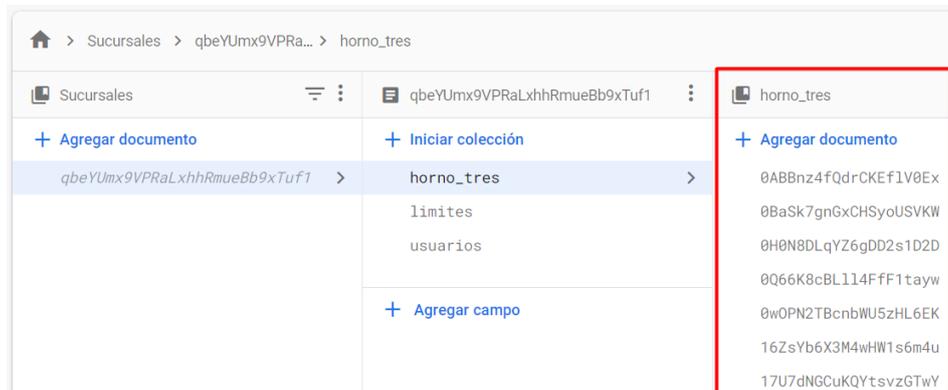


Fuente: Elaborado por el autor

Al momento de ingresar a la colección de `horno_tres` podemos observar como en la figura 109 que los registros en este horno se generan todos en conjunto, la función implementada en la etapa anterior nos permite ordenar estos registros desde el ultimo que ha ingresado.

Figura 109

Reportes de `horno_tres`



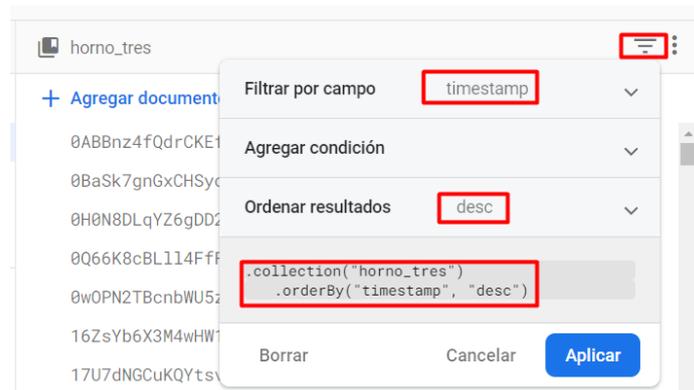
Fuente: Elaborado por el autor

Para poder lograr esto como podemos observar en la figura 110 dentro del campo de `horno_tres` tenemos las configuraciones de este campo en donde se selecciona la función `timestamp` y se ordena de manera descendente llamando a la función ejecutada en la etapa anterior, así podemos observar los registros desde el ultimo que ha ingresado, estos reportes se encuentran disponibles aun cuando el sistema no se encuentre activo, para poder revisar y tomar decisiones operativas según las necesidades de los encargados.

En la figura 111 se puede verificar el orden que se aplica con la función `timestamp` en donde los reportes o registros se ordenan de manera descendente desde el ultimo generado, esto con la finalidad de tener mayor facilidad para ir verificando el estado de la producción.

Figura 110

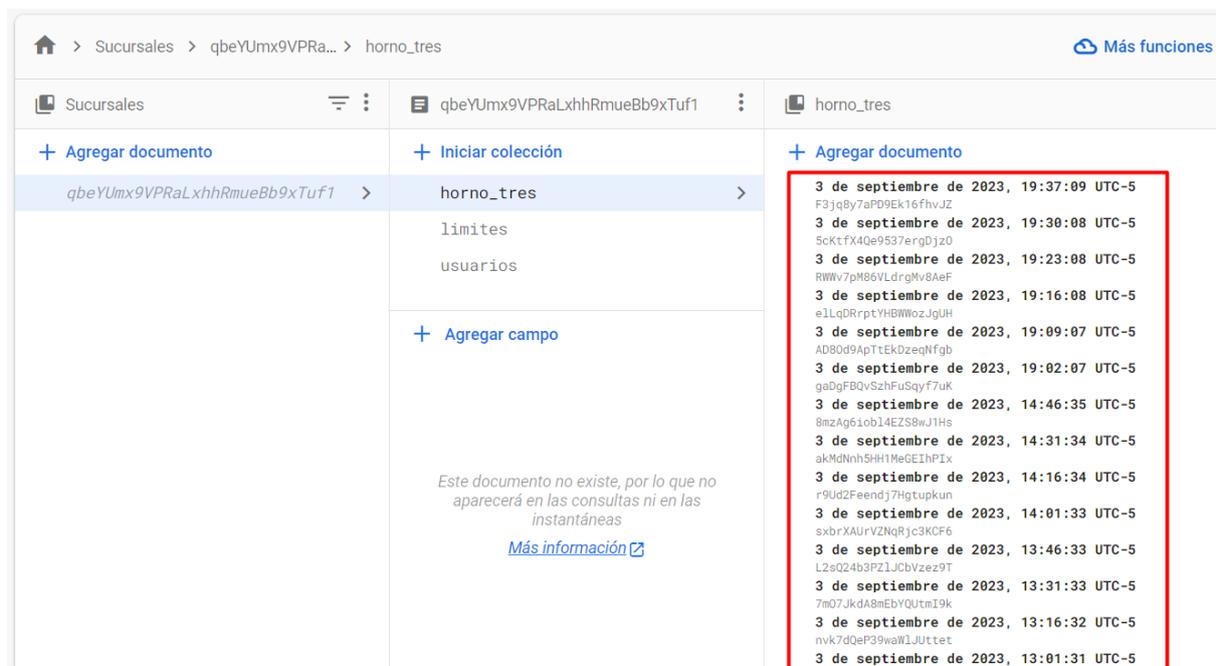
Función timestamp para ordenamiento de reportes



Fuente: Elaborado por el autor

Figura 111

Reportes ordenados en horno_tres con la función timestamp



Fuente: Elaborado por el autor

Dentro de estos registros se puede verificar la información que se ha generado desde la adquisición de datos, la implementación de este sistema tiene un objetivo muy importante el

cual es poder detectar cuando una vagoneta no ha cumplido con los tiempos específicos dentro del área de producción, esto ocasiona que se genere retardo en la producción o en algunos casos perdida de materia prima cuando se da tiempos mayores a los límites establecidos, en la etapa anterior se generó unas alertas dentro de la base de datos las cuales al momento de exceder en los límites de tiempo establecidos se reflejará la palabra true, y si se encuentra dentro del límite establecido se reflejará la palabra false lo cual indica que el proceso está correcto, también se presenta el contador con el número de vagoneta que ha ingresado, además de los límites de tiempo de espera y de ingreso establecidos, y el tiempo real que se ha demorado el proceso en el área de producción. Como podemos observar en la figura 112 el tiempo de la vagoneta 1 ha excedido en el tiempo de ingreso y espera establecido, lo cual quiere decir que se produjo un error en los tiempos de quema dentro del horno, ocasionando también retraso en el proceso de producción.

Figura 112

Vagoneta N° 1 ingresada en el horno_tres

The screenshot shows a web application interface with the following elements:

- Breadcrumb trail: `> Sucursales > qbeYUmx9VPRa... > horno_tres > B0pDuVwSacr9..`
- Collection name: `horno_tres`
- Document list (partially visible):
 - 19 de agosto de 2023, 20:10:16 UTC-5
 - 19 de agosto de 2023, 20:10:14 UTC-5
 - 19 de agosto de 2023, 20:10:12 UTC-5
 - 19 de agosto de 2023, 20:10:10 UTC-5
 - 19 de agosto de 2023, 20:10:08 UTC-5
 - 19 de agosto de 2023, 20:10:05 UTC-5
 - 19 de agosto de 2023, 20:10:03 UTC-5
 - 19 de agosto de 2023, 20:10:01 UTC-5
 - 19 de agosto de 2023, 20:09:59 UTC-5
 - 19 de agosto de 2023, 20:09:56 UTC-5
 - 19 de agosto de 2023, 20:09:54 UTC-5
 - 19 de agosto de 2023, 20:09:52 UTC-5
 - 19 de agosto de 2023, 20:09:50 UTC-5
 - 19 de agosto de 2023, 20:09:47 UTC-5 (highlighted with a red box)
- Document details (highlighted with a red box):
 - Alerta_espera: true
 - Alerta_ingreso: true
 - counter: 1
 - limite_espera: 63
 - limite_ingreso: 922
 - timer_espera: 68
 - timer_ingreso: 923
 - timestamp: 19 de agosto de 2023, 20:09:47 UTC-5

Fuente: Elaborado por el autor

También podemos verificar otras de las vagonetas que han ingresado con los límites establecidos y los tiempos generados, de igual manera indicando si existió algún inconveniente con el tiempo o se encuentra dentro del rango establecido de producción, esto podemos observar en la figura 113

Figura 113

Reportes de vagonetas ingresadas en base de datos

<p>EZ6BqVNVWc4BcN33a33F</p> <p>+ Iniciar colección</p> <p>+ Agregar campo</p> <p>alerta_espera: true alerta_ingreso: true counter: 107 limite_espera: "61" limite_ingreso: "922" timer_espera: 62 timer_ingreso: 930 timestamp: 24 de agosto de 2023, 15:06:45 UTC-5</p>	<p>Dv9RFRFpraAfcOfiwleE</p> <p>+ Iniciar colección</p> <p>+ Agregar campo</p> <p>alerta_espera: false alerta_ingreso: true counter: 515 limite_espera: "62" limite_ingreso: "910" timer_espera: 61 timer_ingreso: 920 timestamp: 25 de agosto de 2023, 12:48:22 UTC-5</p>	<p>OS36QjNYRkVYUjRUQfKh</p> <p>+ Iniciar colección</p> <p>+ Agregar campo</p> <p>alerta_espera: true alerta_ingreso: true counter: 535 limite_espera: "62" limite_ingreso: "910" timer_espera: 69 timer_ingreso: 933 timestamp: 3 de septiembre de 2023, 12:28:51 UTC-5</p>
<p>HnGulHccYPEL6WbXKDDr</p> <p>+ Iniciar colección</p> <p>+ Agregar campo</p> <p>alerta_espera: false alerta_ingreso: false counter: 536 limite_espera: "62" limite_ingreso: "910" timer_espera: 58 timer_ingreso: 901 timestamp: 3 de septiembre de 2023, 12:29:01 UTC-5</p>	<p>RWwV7pM86VLdrgMv8AeF</p> <p>+ Iniciar colección</p> <p>+ Agregar campo</p> <p>alerta_espera: true alerta_ingreso: true counter: 563 limite_espera: "62" limite_ingreso: "910" timer_espera: 70 timer_ingreso: 940 timestamp: 3 de septiembre de 2023, 19:23:08 UTC-5</p>	<p>F3jq8y7aPD9Ek16fhvJZ</p> <p>+ Iniciar colección</p> <p>+ Agregar campo</p> <p>alerta_espera: false alerta_ingreso: false counter: 565 limite_espera: "62" limite_ingreso: "910" timer_espera: 58 timer_ingreso: 901 timestamp: 3 de septiembre de 2023, 19:37:09 UTC-5</p>

Fuente: Elaborado por el autor

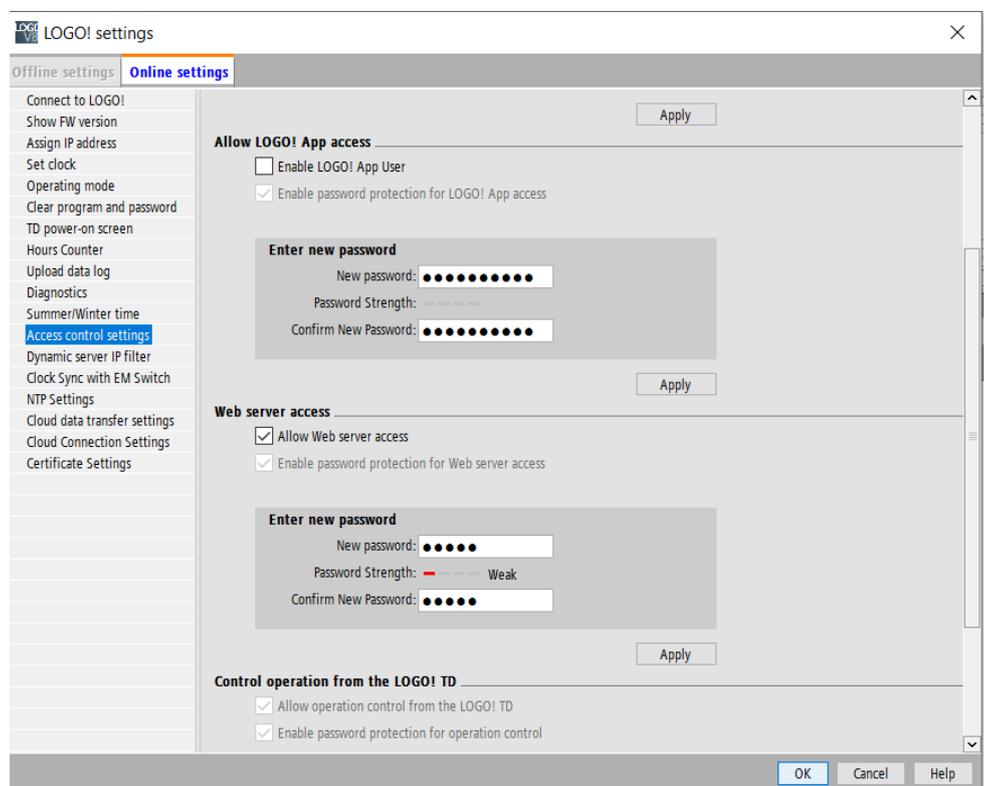
4.1.5 Prueba 5: Verificar la presentación de datos en la página web mediante las gráficas establecidas

- **Entorno Simulado**

Para el entorno simulado al ser tiempos pequeños se hace uso de la interfaz Web del PLC con la finalidad de poder verificar dentro de un navegador Web, es por eso que se realiza la configuración del acceso de control, para lo cual se configura una contraseña con la cual se accederá a verificar los datos generados, esto se puede verificar en la figura 114.

Figura 114

Configuración acceso de control Web



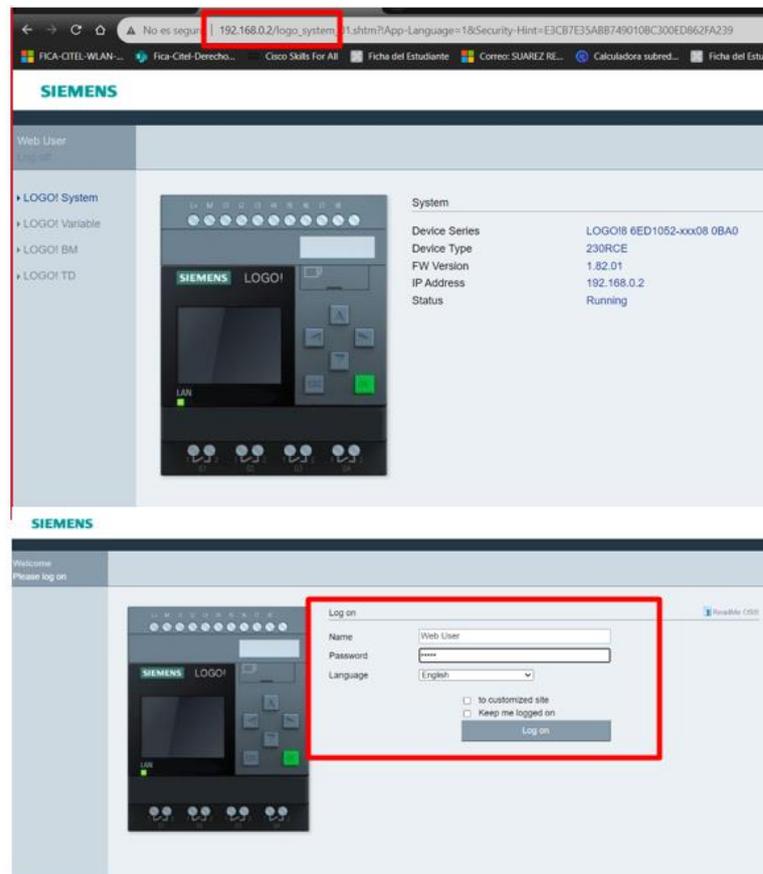
Fuente: Elaborado por el autor

Una vez realizado esto ingresamos en el navegador web y colocamos la dirección IP para poder ingresar a la interfaz Web del sistema, seleccionamos la interfaz Web e ingresamos con

la contraseña configurada anteriormente, de esta manera podemos verificar dentro del navegador los datos que se van generando, esto lo podemos apreciar en la figura 115.

Figura 115

Ingreso a interfaz web



Fuente: Elaborado por el autor

Dentro del navegador Web como se puede observar en la figura 116 se encuentran las 5 tomas de datos realizadas en este entorno, en el cual se puede apreciar el Contador en donde va aumentando conforme detecta la presencia de objetos, y el tiempo en segundos que se demora el proceso de la detección de objetos.

Figura 116

Verificación de datos generados en el navegador web



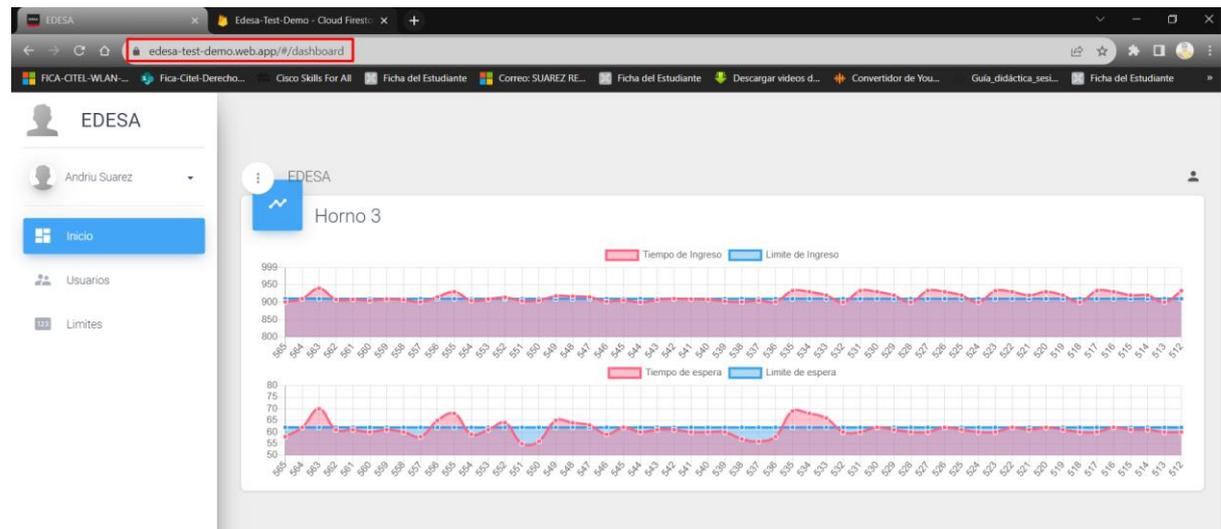
Fuente: Elaborado por el autor

- **Entorno Real**

En el diseño de la página web se indicó el proceso mediante el cual se desarrolló el sitio en donde se lo pudo llevar a cabo mediante el software Angular, dando como resultado la presentación de los datos adquiridos y tratados a lo largo de las etapas y estos son presentados de manera gráfica con la finalidad de poder llevar un control adecuado de la producción, como se mencionó se realizaron las pruebas con diferentes vagones en el horno de producción, dando

como resultado la siguiente gráfica que se puede observar en la figura 117, para poder entender la gráfica y poder leer los datos de la manera correcta, se empieza por entender que la línea azul es el límite establecido tanto para el tiempo de ingreso como para el tiempo de espera que es la gráfica de abajo, la primera gráfica está en función del contador en “x”, y el tiempo de ingreso en “y”, la segunda gráfica así mismo en “x” en función del número de vagoneta que ingresa y en “y” en función del tiempo de espera para el ingreso de la siguiente vagoneta.

A lo largo del tiempo y conforme van entrando las vagonetas al horno de producción se va a ir generando un cambio en la gráfica dependiendo del tiempo que se demore cada una, si se encuentra por debajo de la línea azul en los dos casos quiere decir que se encuentra dentro del rango establecido y no genera problema, pero si sobrepasa la gráfica por encima de la línea azul quiere decir que sobrepasó los límites de tiempo y se puede generar problemas en el control de la producción o incluso pérdida de la materia prima, esto se realiza debido a que el entorno de producción es controlado por personas y no es un proceso automatizado, entonces se puede generar problemas si no se tiene un control adecuado del tiempo que permanecen las vagonetas en el horno, una de las ventajas también es que se puede tener indicio y principios de cómo empezar a trabajar una posterior automatización del proceso.

Figura 117*Gráfica tiempo de ingreso y de espera*

Fuente: Elaborado por el autor

4.2 Validación del Sistema

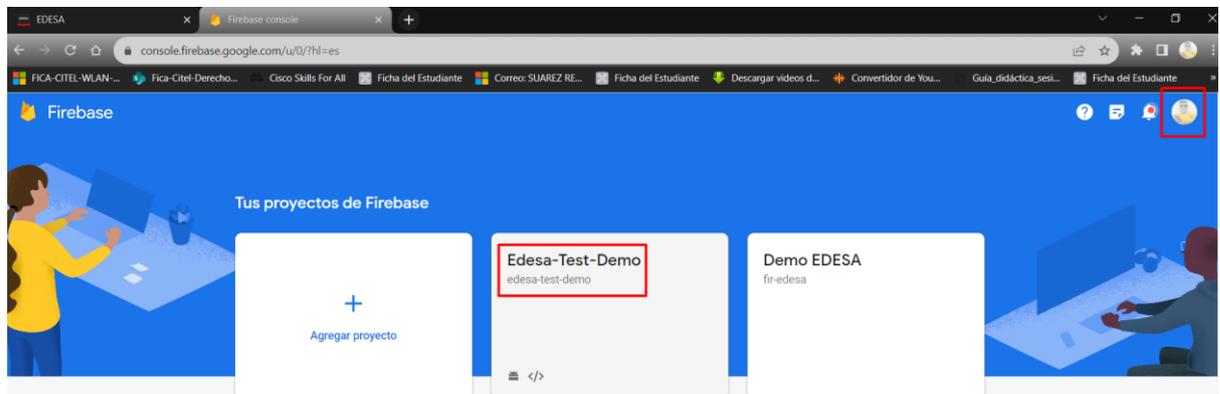
Para poder validar el sistema empezamos a nivel de gestión tanto de la base de datos como de la página web, en donde se encuentra la información del proceso de la empresa, es por eso que dentro de estas dos etapas se debe restringir el acceso a personas desconocidas o que no sean parte del personal encargado del área de producción, como se había mencionado la base de datos cumple con los requerimientos de que solamente el desarrollador tenga acceso a ella y a los reportes generados dentro de este, como se evidenció anteriormente el representante legal compartió la base de datos para poder colaborar, por lo que solamente dos personas tienen acceso a esta, todo por motivos de seguridad ya que es información que para la empresa es delicada.

En la figura 118 se puede apreciar los proyectos que se tienen a disposición, uno utilizado para el entorno de simulación con tiempos pequeños, y el implementado en la empresa dentro

del área de producción, el cual se encuentra desplegado un aplicativo web para poder tener la visualización en tiempo real, desde cualquier sitio que se encuentre la persona designada.

Figura 118

Proyectos dentro de Firebase



Fuente: Elaborado por el autor

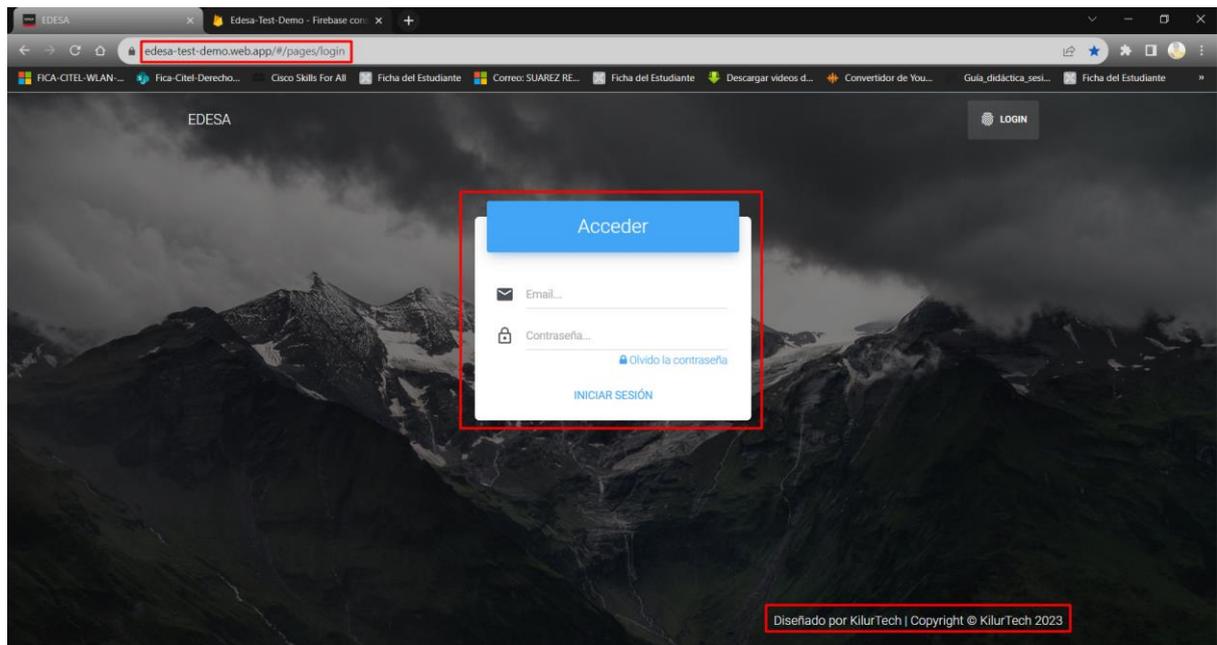
La facilidad que brinda esta base de datos al momento de trabajar con paginas o aplicativos webs, es que la vinculación de Firebase con Angular es muy sencilla ya que solamente se requiere desplegar la página o la app vinculando la base de datos dentro del servicio de Hosting, con los pasos expuestos en etapas anteriores.

Dentro de la página web se puede validar el sistema al momento de ingresar mediante el enlace generado al momento de desplegar la página web dentro de Firebase, en donde se ingresa mediante los usuarios creados tanto para el personal como para administrador, a continuación, se presenta paso a paso el acceso y visualización de gráficas con su respectiva funcionalidad de la misma.

Para acceder a la página web se hace del siguiente enlace <https://edesa-test-demo.web.app/#/pages/login> mismo que nos redirige de manera automática e inmediata al sitio oficial creado que se puede observar en la figura 119.

Figura 119

Página principal para acceso a gráficas de control



Fuente: Elaborado por el autor

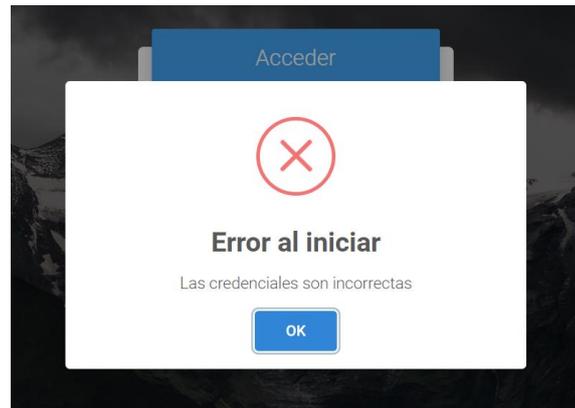
Como se pudo observar en la figura anterior se encuentra el panel de acceso y los elementos que se configuraron en etapas anteriores, como la imagen de fondo, la empresa desarrolladora, como siguiente paso se procede a acceder a la página con los dos usuarios creados para poder observar las diferencias que se encuentran al momento de ingresar, ya que no se presenta las mismas opciones para el personal como para el administrados.

4.2.1 Acceso con credenciales incorrectas

Antes de ingresar con los usuarios se realiza la verificación al momento de ingresas datos incorrectos dentro del panel de usuario y contraseña, generando un mensaje el cual indica que las credenciales son incorrectas por lo que no permite el acceso al sitio web, este proceso se puede observar en la figura 120.

Figura 120

Error en inicio de sesión



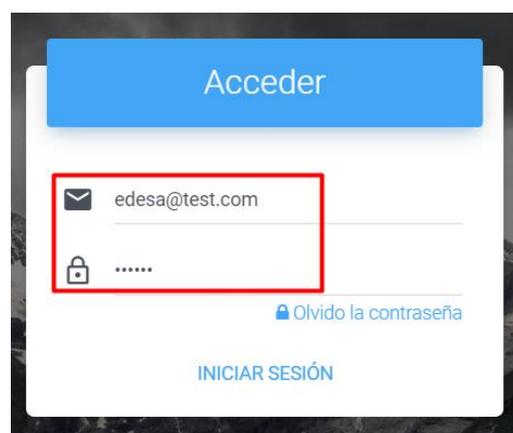
Fuente: Elaborado por el autor

4.2.2 Acceso de usuario con rol de personal

Ahora ingresamos con el usuario de personal, en donde la característica principal es que solamente tiene acceso a la visualización de las gráficas en tiempo real, para poder llevar el control y ver el estado en que se encuentran las vagonetas dentro del área de producción, el acceso se puede verificar en la figura 121.

Figura 121

Acceso con usuario con rol de personal

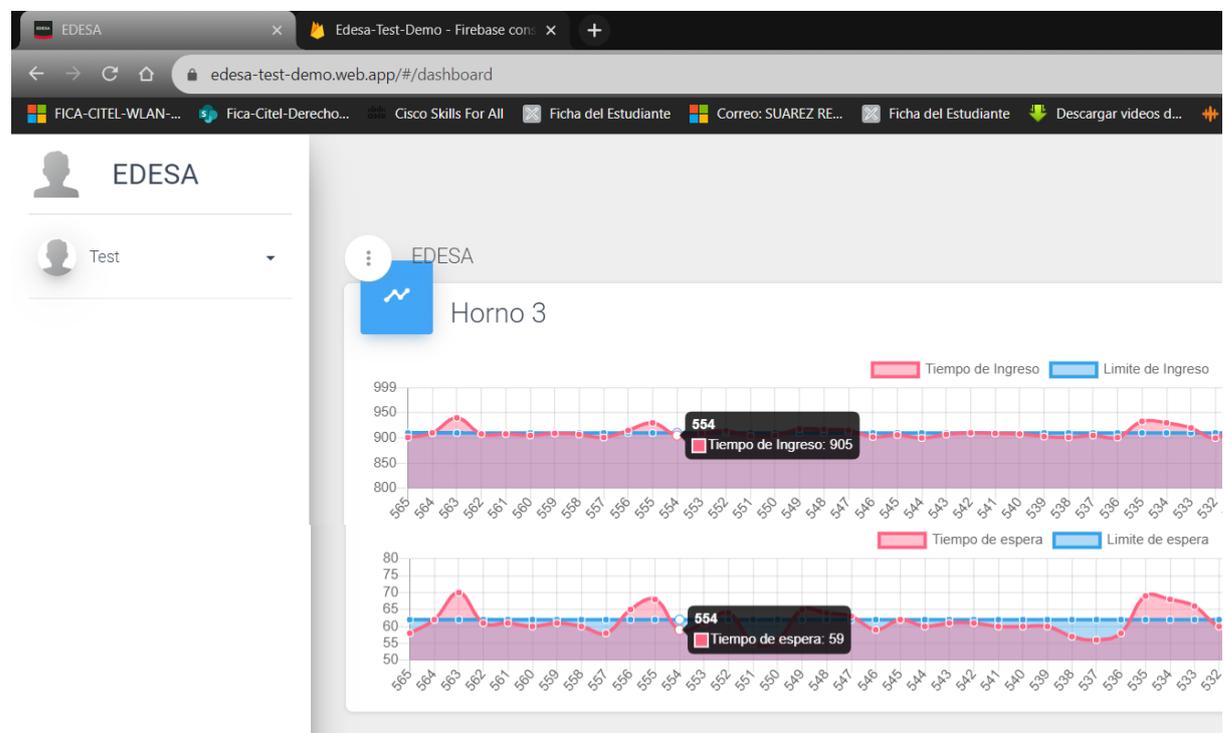


Fuente: Elaborado por el autor

Dentro de las gráficas generadas se puede ir verificando cada una de las vagonetas ingresadas, tomando en cuenta las vagonetas que han sobrepasado el tiempo límite establecido y poder encontrar el problema con el personal encargado del área, esto debido a que el ingreso de las vagonetas se las hace de manera manual y el registro de los tiempos de igual manera son mediante papel, es por eso que se realiza el sistema con el fin de digitalizar este proceso y ayudar a ahorrar tiempo y mano de obra. La verificación de los tiempos se puede observar en la figura 122 en donde se ha tomado como referencia una vagoneta que se encuentra dentro de los límites establecidos, en este caso la vagoneta 554.

Figura 122

Verificación de tiempos en la gráfica generada



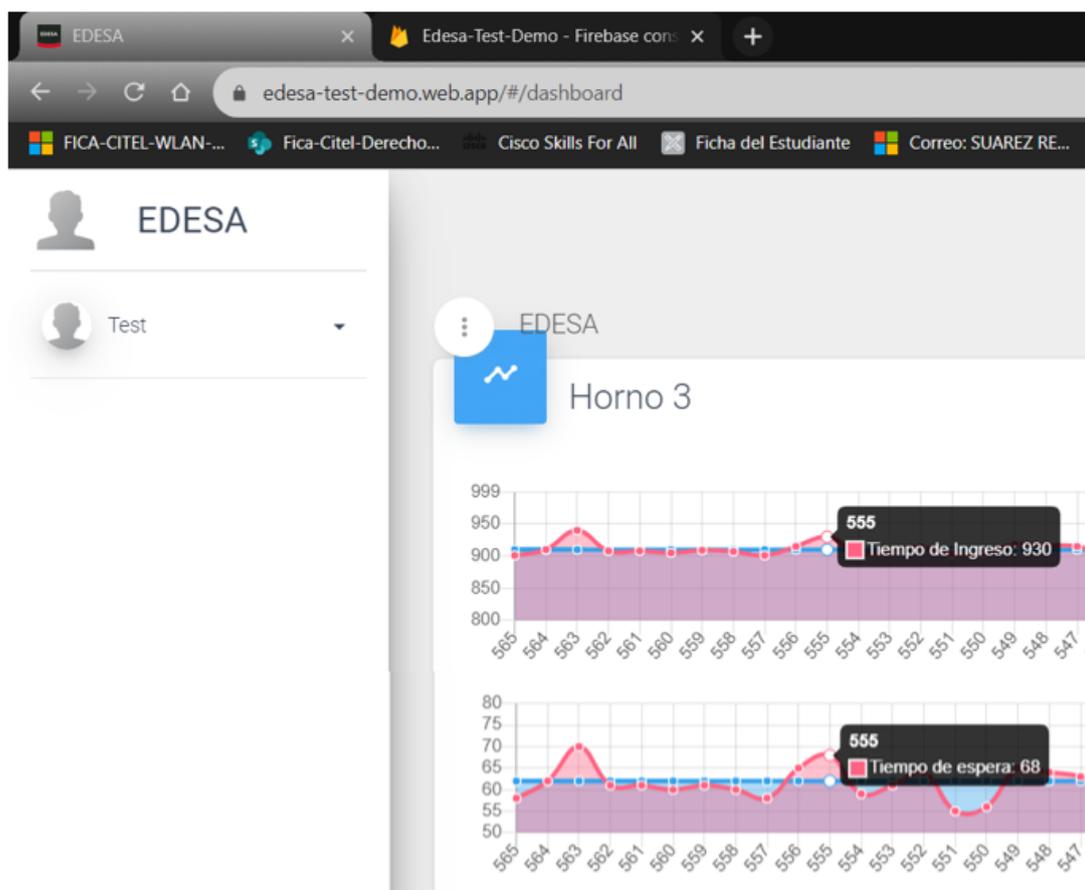
Fuente: Elaborado por el autor

Como se pudo observar en la figura anterior en donde la vagoneta se encontraba dentro del límite establecido también se puede verificar una de las vagonetas que sobrepasan el límite de tiempo establecido que es la vagoneta 555, lo cual indica que algo paso dentro del

área de producción lo cual se debe verificar con el fin de evitar pérdidas, como se puede apreciar en la figura 123 el tiempo de ingreso es de 930s y el tiempo de espera es de 68s, esto puede generar problemas en la producción diaria debido a que se encuentra planificado el número de vagonetas diarias las cuales deben ingresar y al tener tiempos mayores es un problema, el cual debe ser solucionado de manera inmediata y esto es posible gracias a que se puede observar esta información de manera inmediata, es decir en tiempo real.

Figura 123

Vagoneta que sobrepasa límites establecidos



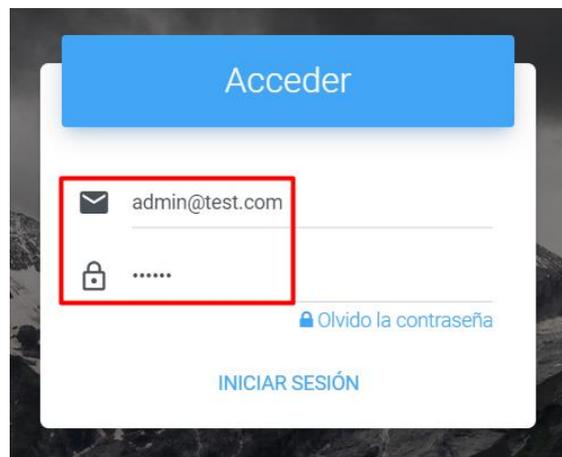
Fuente: Elaborado por el autor

4.2.3 Acceso de usuario con rol de administrador

Para acceder a la página con rol de administrador se lo realiza con las credenciales que se observan en la figura 124, la diferencia con el rol del personal es que se puede acceder a un menú en el cual se puede acceder a la opción de creación de usuarios, además de la configuración de límites de tiempo para poder establecerlos, y por ende también a la visualización de las gráficas.

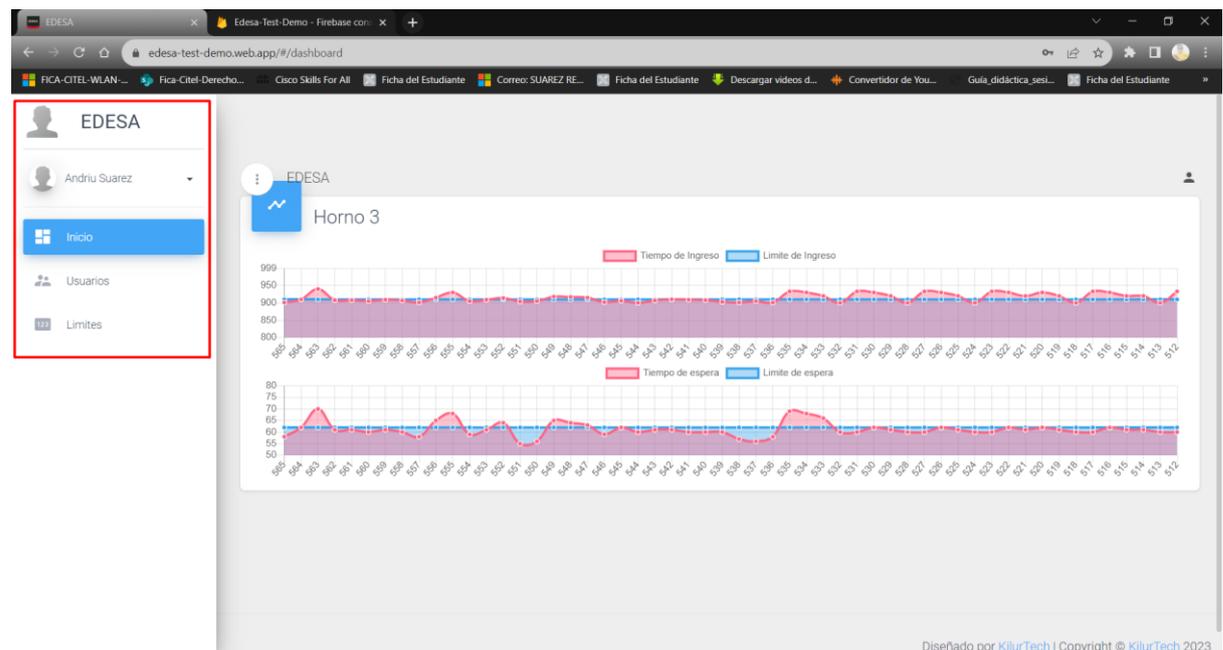
Figura 124

Acceso de usuario con rol de administrador



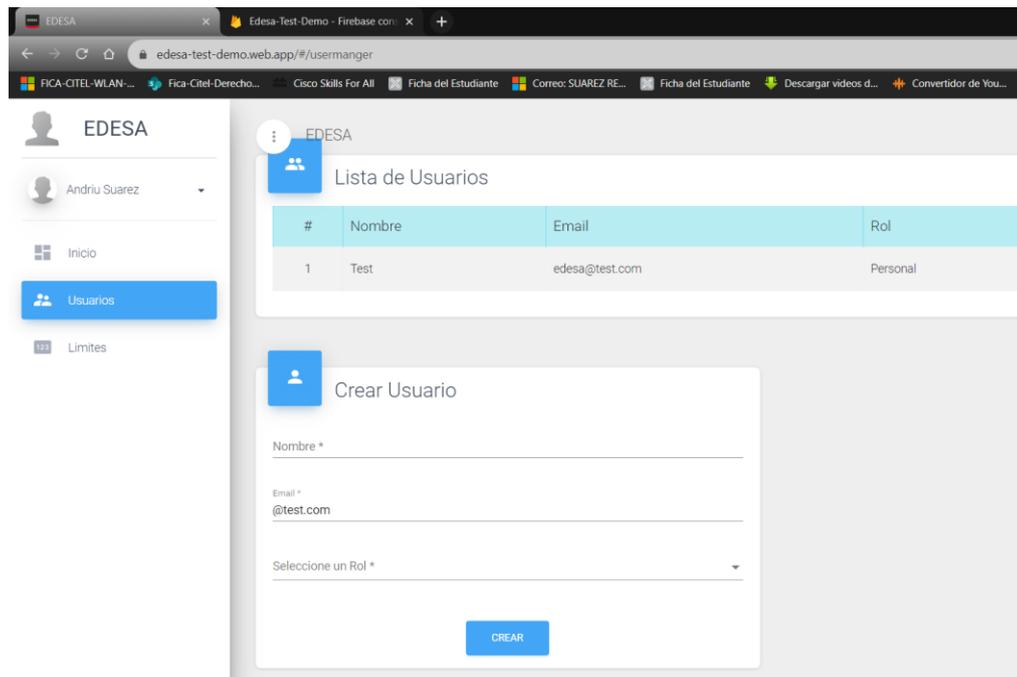
Fuente: Elaborado por el autor

Como se puede observar en la figura 125 se encuentra la interfaz a la que se ingresa como administrador en primera instancia se puede apreciar las gráficas generadas en el horno tres tanto en tiempos de ingreso como en tiempos de espera, a la izquierda de la pantalla se va a apreciar el menú implementado para el administrador, el cual va a manejar el acceso a la misma de su personal encargado, en donde se puede ingresar a la sección de usuarios y también a la sección de límites.

Figura 125*Interfaz de acceso con usuario de administrador*

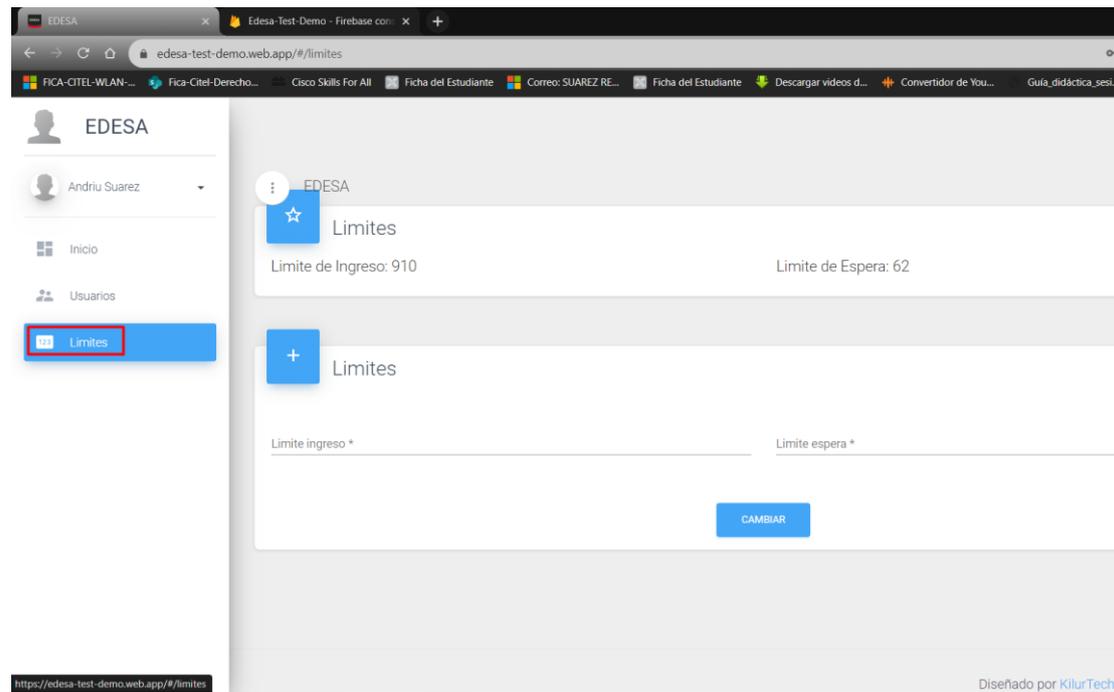
Fuente: Elaborado por el autor

A continuación, se puede observar en la figura 126 la sección de usuarios, en donde dentro de esta se procedió a crear el usuario para ingreso como personal ya que el administrador se lo hizo desde la base de datos y la vinculación del mismo con la página web en etapas anteriores, aquí se va a reflejar la lista de usuarios generados, y el panel para la creación de los mismos, entre los parámetros de creación establecidos, está el nombre, el usuario el cual está designado como un correo, y la selección del rol el cual se quiere brindar a cada uno de ellos.

Figura 126*Sección de usuarios*

Fuente: Elaborado por el autor

Dentro del menú se encuentra la sección de límites en donde se puede observar los límites actuales configurados y mediante los cuales se está realizando el control del proceso de producción, además se puede observar que existe un panel el cual permite cambiar de límites en caso de requerirlos y poder realizar la adquisición de datos y tratamiento de los mismo en función de los nuevos límites, esto permite de igual manera tener un control adecuado de manejo de tiempos durante el proceso de producción dentro del área, esto se puede verificar en la figura 127.

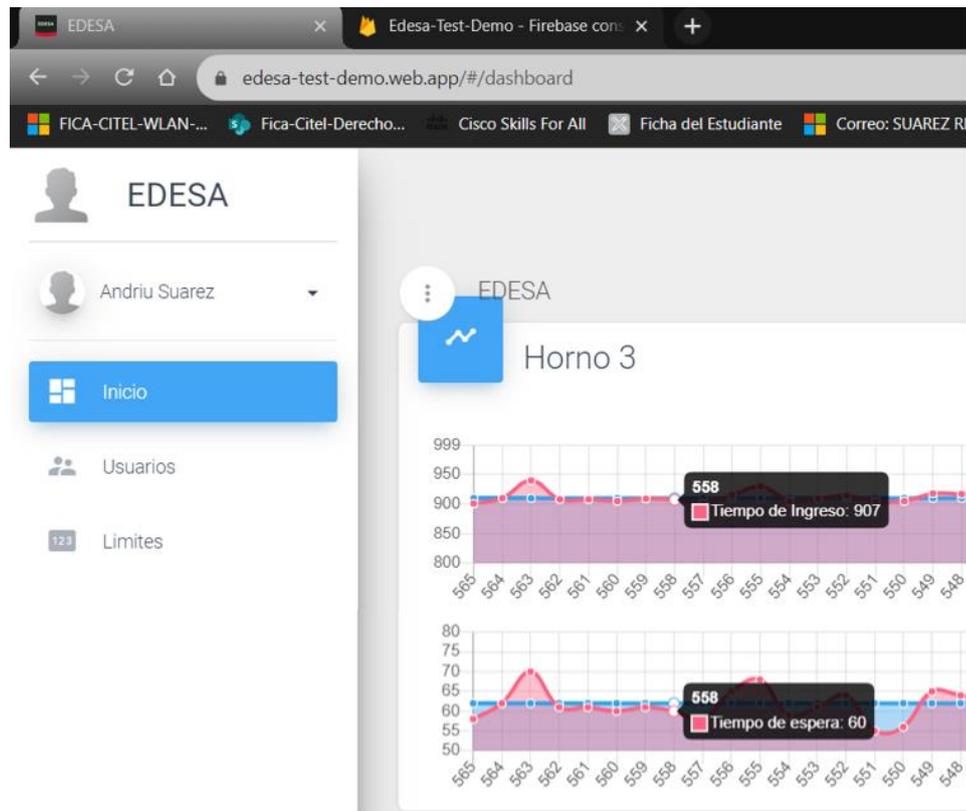
Figura 127*Sección para verificación y cambio de límites*

Fuente: Elaborado por el autor

También se analiza como administrador otras de las vagonetas ingresadas al horno de producción, se toma como referencia la vagoneta 558 la cual no sobrepasa los límites de tiempo establecidos, al ser administrador y con la dificultad de poder verificar la hora en la que ingresa las vagonetas, con el sistema se puede hacerlo mediante la base de datos en donde se generan los reportes correspondientes con fecha y hora de cada una de las vagonetas, y de esta manera tener el control adecuado de manera digitalizada. En la figura 128 se puede observar la visualización de las gráficas de control y el menú que se maneja para administradores.

Figura 128

Visualización de gráficas como administrador



Fuente: Elaborado por el autor

4.2.4 Acceso a página web desde cualquier dispositivo con internet

Dentro de los requerimientos se encuentra el acceso a las gráficas desde cualquier sitio con internet, esto quiere decir que no es necesario estar dentro de la empresa o conectado a la misma red, como se puede observar en la figura 129 se hace uso de un dispositivo móvil conectado a otra red.

Figura 129

Red conectada en el dispositivo móvil



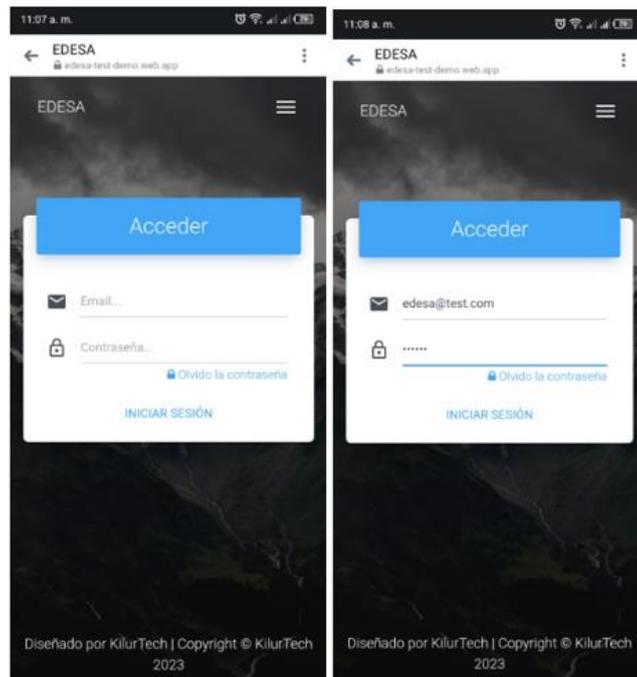
Fuente: Elaborado por el autor

En la figura 130 se observa el ingreso a la página principal en donde se requiere el acceso mediante las credenciales asignadas tanto de usuario como de contraseña, aquí se accede con las credenciales de usuario de personal el cual pues tiene acceso a las gráficas de control en tiempo real.

De igual manera en la figura 131 se puede observar la interfaz que tiene acceso un usuario con rol de personal en donde solamente se puede verificar las gráficas generadas con los datos adquiridos, con la finalidad de llevar un control del proceso de producción en cuanto a las vagonetas y los tiempos que demoran en el horno de producción.

Figura 130

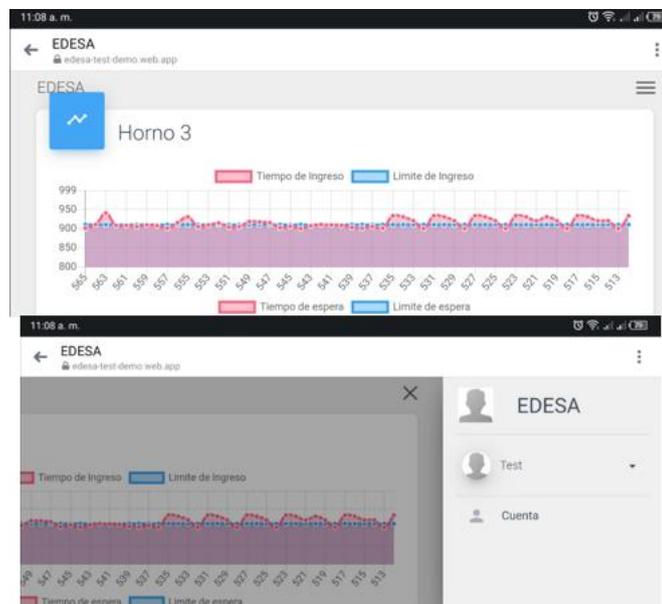
Acceso mediante usuario de personal



Fuente: Elaborado por el autor

Figura 131

Interfaz de usuario con credencial de personal

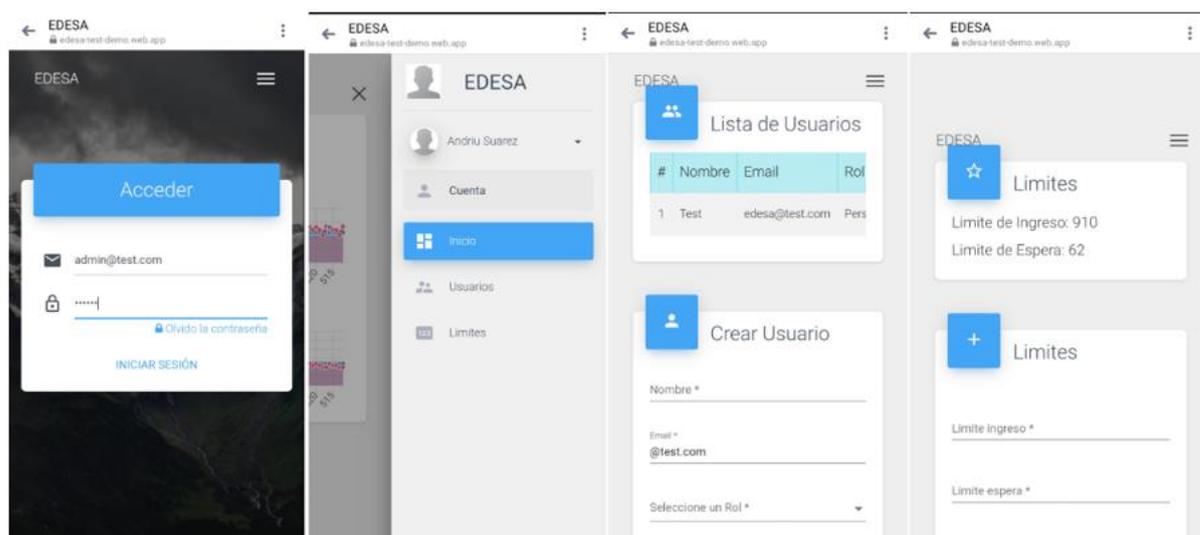


Fuente: Elaborado por el autor

En la figura 132 se puede verificar el acceso desde el dispositivo móvil con el usuario de administrador en donde se tiene acceso al menú de configuración tanto de usuario como de límites de tiempos, de igual manera acceso a las gráficas de control en donde se puede verificar los tiempos tanto de ingreso como de espera.

Figura 132

Acceso con usuario de administrador desde dispositivo móvil



Fuente: Elaborado por el autor

4.3 Verificación de Requerimientos

En este apartado se toma como referencia los requerimientos planteados en el capítulo 3, en donde se realiza un análisis del cumplimiento y la explicación de los resultados obtenidos, con la finalidad de poder realizar la verificación de los mismos.

A continuación, se detalla en las respectivas tablas el análisis y los resultados presentados a lo largo de cada una de las etapas.

En la tabla 18 se puede verificar los resultados haciendo análisis de los requerimientos del sistema.

Tabla 18 Verificación de requerimientos del sistema

Requerimientos del Sistema		
Etapa	Requerimiento	Resultado
Adquisición de datos	SyRS 5 SyRS 13 SyRS 15	<ul style="list-style-type: none"> - Los datos son obtenidos de manera inmediata ya que se puede observar reflejado en el PLC los mismos. - Como se pudo verificar el sensor se encuentra colocado en la entrada del horno tres de producción, mismo que capta la presencia del metal hasta el momento que sale del horno. - Revisando los datasheets son dispositivos que soportan temperaturas muy altas, adaptándose al ambiente del área de producción.
Conversión de datos	SyRS 15	<ul style="list-style-type: none"> - Revisando los datasheets son dispositivos que soportan temperaturas muy altas, adaptándose al ambiente del área de producción
Tratamiento de datos	SyRS 9 SyRS 11	<ul style="list-style-type: none"> - Dentro de la base de datos se pudo verificar que todo el proceso de adquisición de datos llegó de manera correcto a los registros de la misma. - El tiempo de subida de datos es inmediato ya que los mismos se reflejan tanto en la base de datos con en las gráficas de la página web.
Almacenamiento de datos	SyRS 3 SyRS 4	<ul style="list-style-type: none"> - En la etapa 3 se define los requerimientos para poder almacenar los datos en los reportes, por lo que se verifica la creación de colecciones las cuales ordenan los datos. - Los reportes tienen la función de timestamp para poder verificar día por día cada uno de ellos.
Presentación de datos	SyRS 1 SyRS 2 SyRS 6 SyRS 7 SyRS 12 SyRS 17	<ul style="list-style-type: none"> - El sistema consta de internet mediante la red LAN para la subida y presentación de datos. - Se verificó que para poder visualizar las gráficas es necesario acceder a la página web con el usuario específico. - Se comprobó que existe dos usuarios designado, uno para el personal y otro para administradores. - Se evidenció que no es necesario encontrarse en el área de producción para acceder a las gráficas, sino que desde cualquier sitio con internet se lo puede realizar. - El acceso a la página web redirige de manera inmediata a la interfaz, cabe mencionar que mucho depende de la calidad de internet que se tenga en ese momento. - El sistema se encuentra activo en horas de producción, por lo que se enciende para poder empezar la toma de datos.

Fuente: Elaborado por el autor

En la tabla 19 se puede observar los resultados obtenidos en base a los requerimientos de arquitectura planteados.

Tabla 19 Verificación de requerimientos de arquitectura

Requerimientos de Arquitectura		
Etapas	Requerimiento	Resultado
Adquisición de datos	SrSH 1 SrSH 9 SrSH 10 SrSH 18	<ul style="list-style-type: none"> - Los datos fueron recopilados con éxito e ingresados al procesamiento de datos con los rangos establecidos. - El sensor maneja respuestas en binarios lo cual se hace uso de los estados para poder determinar el tiempo que permanece activo cada estado, dando como resultado el tiempo de ingreso y espera reflejado en las etapas posteriores. - Los equipos que se ubican en el área de producción tienen la capacidad de resistir temperaturas de trabajo muy altas - El sensor se encuentra conectado con el PLC y directamente a la fuente de alimentación, todo dentro del panel de control presentado en las etapas de pruebas.
Conversión de datos	SrSH 3 SrSH 11 SrSH 19 SrSH 20	<ul style="list-style-type: none"> - El software RsLogix 500 permite tener conexión con el PLC para poder verificar los registros y ver los datos que fluyen a través de las memorias. - En la etapa de pruebas se verificó el panel de control en donde consta el PLC y los dispositivos ubicados para el funcionamiento del sistema de monitoreo. - El PLC ubicado en el área de alimentación tiene su fuente de alimentación para el funcionamiento correcto. - Para acceder a las gráficas del sistema la conexión en un computador puede ser mediante una red Wifi o una red Ethernet, o en cualquier dispositivo móvil con internet.
Tratamiento de datos	SrSH 2 SrSH 13 SrSH 14	<ul style="list-style-type: none"> - En el código de programación creado mediante Python se verifica el enlace realiza con la base de datos para el envío de la información hacia la nube, dando como resultado la generación de reportes. - El sistema es compatible con Python debido a que es un lenguaje de programación de código abierto, y en las pruebas se verifica que el código funciona de manera correcta al tratar los datos. - En la etapa de software se maneja todo con lenguaje de programación de código abierto tanto en el tratamiento de datos con en el desarrollo de la página web.

Almacenamiento de datos	SrSH 4 SrSH 7 SrSH 15 SrSH 16 SrSH 17	<ul style="list-style-type: none"> - Firebase es una base de datos con varios servicios incluidos, por lo que tiene vinculación directa con páginas desarrolladas mediante Angular, las cuales se pueden alojar dentro del servicio de Hosting mediante la función deploy. - La red LAN que se maneja con el sistema es independiente para evitar cualquier interferencia o ingreso de terceros hacia las etapas, y en la red se maneja la base de datos y la página en modo administrador. - Firebase es propiedad de Google y posee servicios como Realtime Database o el Cloud de Firestore que son bases de datos No SQL alojadas en la nube y permiten tener la información en tiempo real. - La característica de la base de datos al ser propiedad de Google es que se necesita el correo de Gmail para acceder, es por eso que el representante de la empresa es el que dispone el acceso hacia la misma y el podrá compartir propiedad con las personas que requiera conveniente y puedan realizar la administración de la misma. - Para la implementación del sistema la capacidad que brinda Firebase con los servicios gratuitos es suficiente, ya que se puede manejar una escritura de 20000 documentos por día y lectura de 50000 documentos por día. Lo cual hace que los datos vayan de manera fluida hacia los reportes generados en esta.
Presentación de datos	SrSH 6 SrSH 8	<ul style="list-style-type: none"> - Los dos usuarios creados tanto para el personal como para los administradores funcionan de manera correcta al momento de ingresar a la página web, con la diferencia de que el administrador tiene acceso al menú para configurar usuarios o límites. - La página web por el momento presenta al acceder las gráficas requeridas, en desarrollos posteriores puede servir para poder presentar información de la empresa que sirva de ayuda para los usuarios.

Fuente: Elaborado por el autor

En la tabla 20 se detalla los resultados que se obtuvo en la verificación de los requerimientos de Stakeholders mismos que son en base a la encuesta aplicada.

Tabla 20 Verificación de requerimientos de stakeholders

Requerimientos de Stakeholders		
Etapa	Requerimiento	Resultado
Adquisición de datos	StRS 3	- El sensor se ubica en el ingreso del horno tres de producción, mediante el cual detecta objetos metálicos que son las vagonetas que ingresan, esta es detectado cuando ingresa y cambia de estado en el sensor cuando sale del horno.
Conversión de datos	StRS 2 StRS 4	- El PLC se encuentra ubicado en el panel de control de los dispositivos ubicado dentro del área de producción, junto al horno tres, además de que tiene su alimentación para funcionamiento. - La red creada es con el fin de que los dispositivos se conecten a esta para estar en la red, y así evitar que personas terceras puedan conectarse a la red e interferir en los dispositivos conectados.
Almacenamiento de datos	StRS 5	- Los datos recopilados son almacenados en reportes dentro de la base de datos de Firebase, en el servicio especificado en la etapa de pruebas, los cuales se encuentran en la nube y a disposición inmediata es decir en tiempo real para su verificación y análisis de los encargados del área o el administrador de la producción.
Presentación de datos	StRS 1 StRS 6 StRS 7 StRS 8 StRS 9	- Los datos adquiridos son procesados de manera automática y presentados en tiempo real a los usuarios que tienen acceso a la página web, el sistema no presenta retardos al momento del proceso. - Se verificó que los datos se reflejan mediante las gráficas las cuales fueron desarrolladas en conjunto con la página web mediante Angular y posteriormente desplegada hacia la base de datos en el servicio de hosting. - El acceso a la página web se lo puede realizar desde cualquier dispositivo que tenga internet, para poder visualizar las gráficas de control, solamente se debe tener el usuario para poder acceder. - Para mayor facilidad y ubicación de las vagonetas que han cumplido un trabajo inadecuado se implementa las gráficas con los datos adquiridos, de esta manera se puede verificar cuando sobrepasa la línea límite de tiempos y poder tomar decisiones operativas. - Los datos tanto de la base de datos como de la página solamente se encuentran disponibles para personas que posean usuarios designados o la colaboración de propiedad de la base de datos.

Fuente: Elaborado por el autor

4.4 Costo del Sistema

Dentro de este apartado se da a conocer de manera más detallada el costo del sistema que se refiere al valor económico de los dispositivos y componentes utilizados durante el desarrollo del sistema de monitoreo desarrollado para la empresa KilurTech, a continuación, se presenta cada uno de los parámetros con sus costos respectivos.

4.4.1 Costo del Hardware

En la tabla 21 se puede observar el detalle del costo de cada uno de los dispositivos de hardware que se utilizan para el sistema de monitoreo para la implementación de la empresa KilurTech.

Tabla 21 Costo de Hardware

Componente	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Sensor infrarrojo	1	\$260.00	\$260.00
PLC Micrologix 1400	1	\$0.00	\$0.00
Raspberry Pi	1	\$100.00	\$100.00
Router Tp-Link	1	\$24.99	\$24.99
TOTAL			\$384.99

Fuente: Elaborado por el autor

4.4.2 Costo del Software

En la tabla 22 se detalla el costo del software utilizado para el desarrollo de la programación del sistema de monitoreo, así como el almacenamiento de la información, para lo cual el costo de \$0.00 debido a que el software que se utiliza es de código abierto, y de igual manera para el almacenamiento de los datos, se maneja los servicios gratuitos dentro de la base de datos, es por eso que no se genera costo alguno dentro de este apartado.

Tabla 22 Costo de Software

Componente	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Firestore(Base de datos)	1	\$0.00	\$0.00
Angular	1	\$0.00	\$0.00
Python	1	\$0.00	\$0.00
TOTAL			\$0.00

Fuente: Elaborado por el autor

4.4.3 Costo de la Infraestructura

En la tabla 23 se detalla los costos de infraestructura de los componentes utilizados al momento de la instalación del sistema de monitoreo, en algunos casos el costo de \$0.00 debido a que se dispone dentro del lugar de instalación.

Tabla 23 Costo de Infraestructura

Componente	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Panel de control dispositivos	1	\$0.00	\$0.00
Toma corriente	2	\$0.00	\$0.00
Cables ethernet	3	\$2.00	\$6.00
TOTAL			\$6.00

Fuente: Elaborado por el autor

4.4.4 Costo Total del Sistema

En la tabla 24 se detalla los costos de cada una de las etapas de implementación del sistema.

Tabla 24 Costo Total del Sistema

Descripción	Costo Total
Costo del Hardware	\$384.99
Costo del Software	\$0.00
Costo de la Infraestructura	\$6.00
TOTAL	\$390.99

Fuente: Elaborado por el autor

Capítulo V: Conclusiones y Recomendaciones

5.1 Conclusiones

- Al realizar la implementación del sistema de monitoreo se pudo lograr la adquisición y procesamiento de los datos, mismos que fueron almacenados dentro de la base de datos en los reportes generados y posteriormente presentados en la página web en las gráficas correspondientes, dando como resultado el control adecuado de los tiempos de ingreso y de espera de cada una de las vagonetas que ingresan en los hornos de producción ayudando también en la toma de decisiones operativas cuando una de ellas sobrepase los límites establecidos de tiempo.
- Realizando el estado del arte se logró comprender el funcionamiento de la digitalización de procesos industriales, en donde se logra tener un control digital de los tiempos manejados en el área de producción, mediante la implementación de las diferentes etapas como es la conversión de datos en el PLC aplicando las configuraciones necesarias mediante el software de programación y además se logró hacer la lectura y envío de datos mediante el protocolo de comunicación Modbus TCP.
- Para la definición de los requerimientos la metodología del modelo en V sirvió de gran ayuda para poder desarrollar el diseño de forma ordenada y también poder obtener los requerimientos de stakeholders correspondientes al estándar IEEE 29148 en conjunto también con los requerimientos de hardware y software necesarios para dar el enfoque necesario.
- Para el diseño del sistema de monitoreo se hizo uso de herramientas de hardware y software definidas en los requerimientos, dando a conocer el proceso que cumple

cada una de las etapas del sistema, además de hacer uso de software libre dándole y logrando que pueda ser implementado en cualquier entorno de producción industrial logrando brindar un beneficio económico al ser un sistema de bajo costo, y beneficio en mano de obra y tiempo de control de proceso mediante la digitalización.

- Creando los entornos de prueba con la implementación se pudo lograr realizar la toma de datos en tiempo real, de manera controlada y con el entorno de producción real dentro de la empresa, además en las pruebas se pudo verificar que el sistema funciona de manera correcta en la presentación de los datos en tiempo real mediante las gráficas que brinda la información necesaria de tiempos de ingreso y de espera, en conjunto con la verificación de la base de datos en donde se logra la generación de los respectivos reportes del control de cada una de las vagonetas.
- Se desarrolló un sistema de monitoreo con el uso de software libre y hardware accesible, mismo que realiza el control de los tiempos de ingreso y espera de las vagonetas a los hornos de producción dentro de la empresa en conjunto con la alerta dentro de la base de datos que indica que las vagonetas han sobrepasado el tiempo establecido, con la finalidad de digitalizar el proceso realizado de manera manual y obtener las bases necesarias para poder manejar a futuro una automatización de todo el proceso y de brindar la facilidad de toma de decisiones operativos dentro del área.

5.2 Recomendaciones

- Se recomienda tener una idea clara del proceso que se desea realizar y tener en cuenta que la ayuda y los entornos para implementación se brinden sin restricción alguna, para lograr de esta manera realizar el despliegue del sistema de manera correcta y conociendo cada una de las restricciones que puede presentar el mismo durante el desarrollo.
- Es recomendable hacer uso de bibliografía de fuentes confiables, o de artículos científicos ya que de esta forma se puede obtener información consolidada sobre la investigación realizada y misma que ha sido publicada por expertos en los temas requeridos.
- Se recomienda hacer uso de una metodología adecuada cuando se trabaja con hardware y software, de esta manera se puede ir desarrollando de manera ordenada y cumpliendo con todos los parámetros establecidos.
- El uso de software libre en conjunto con el hardware utilizado es de gran ayuda cuando se maneja proyectos de investigación con el fin de abaratar costos y que la empresa obtenga beneficios de esto.
- Se recomienda realizar el mayor número de pruebas dentro del entorno real de producción con el fin de obtener las pautas necesarias para lograr el control adecuado de la producción en tiempos de manejo.

REFERENCIAS

- Agüero, M. (2018). Sistemas de adquisición de datos. In *Instrumentación electrónica aplicada*.
<https://doi.org/10.2307/j.ctvvn89d.6>
- Aguirre, D. (2018). Desarrollo De Una Herramienta Computacional Que Contenga Comunicación Modbus Rtu Y Modbus Tcp Para La Implementacion De Sistemas De Control Supervisorio Y Adquisición De Datos a Bajo Costo. In *Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica*. Escuela Politécnica Nacional.
- Alexopoulos, K., Koukas, S., Boli, N., & Mourtzis, D. (2018). Architecture and development of an Industrial Internet of Things framework for realizing services in Industrial Product Service Systems. *Procedia CIRP*, 72, 880–885.
<https://doi.org/10.1016/j.procir.2018.03.152>
- AutomationDirect. (2023a). *Proximity Sensors*. Sensores/Codificadores.
https://www.automationdirect.com/adc/shopping/catalog/sensors_-z-_encoders#start=0
- AutomationDirect. (2023b). *PTW Series Inductive Proximity Sensors*.
<https://cdn.automationdirect.com/static/specs/prox30mmptw.pdf>
- AutomationDirect. (2023c). *UK1 Series Ultrasonic Sensors*.
<https://cdn.automationdirect.com/static/specs/ultra18mmuk1plastic.pdf>
- Benalcázar, J. (2015). *DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN TÚNEL DE VIENTO CERRADO PARA CALIBRACIÓN DE SENSORES E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN DEL INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA (INAMHI)*. Universidad de las Fuerzas Armadas.
- Canto, C. (2018). *Sensores Ultrasónicos*.
http://www.infopl.net/files/documentacion/instrumentacion_deteccion/infoPLC_net_28

_SENSORES_ULTRAS_NICOS.PDF

- Carrillo, M. (2021). Placa de Raspberry PI RaspBerry PI board. *Vida Científica*, 9(4), 45–46.
- CEPAL. (2021). Tecnologías digitales. In *Tecnologías digitales para un nuevo futuro*.
<https://doi.org/10.31417/educitec.v8.1985>
- Domínguez, J. (2019). *Desarrollo web* (TeXstudio).
https://www.researchgate.net/publication/351777065_Desarrollo_web
- Edesa. (2019). *Category: Noticias*. <https://edesa.com.ec/category/noticias/>
- Fernández, M., & Pajares, R. (2017). La digitalización del mundo industrial. *Economía Industrial*, 405, 41–45.
- Gómez, J., & Boada, M. (2018). El gran libro de Angular. In *Academia.Edu* (Vol. 1).
 MARCOMBO, S.A.
https://www.academia.edu/42671049/El_gran_libro_de_Angular_compressed%0Ahttp://www.alfaomega.com.mx
- Gonzalez, J., Blandón, A., & Estrada, L. (2017). *Automatización y control de procesos industriales: Proyecto automatización de criba de limpieza de áridos planta de aguas residuales*. Universidad Tecnológica de Bolívar.
- javaTpoint. (2021). *Firestore: Realtime Database*. <https://www.javatpoint.com/firebase-realtime-database>
- Khaled Ali, A., & Mohammad Ayoub, K. (2020). A Secure Industrial Internet of Things (IIoT) Framework for Resource Management in Smart Manufacturing. *IEEE Access*, 8, 117354–117364. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3004711>
- Khawas, C., & Shah, P. (2018). Application of Firebase in Android App Development-A

- Study. *International Journal of Computer Applications*, 179(46), 49–53.
<https://doi.org/10.5120/ijca2018917200>
- Lahera, A. (2019). Digitalización, robotización, trabajo y vida: cartografías, debates y prácticas. *Cuadernos de Relaciones Laborales*, 37(2), 249–273.
<https://doi.org/10.5209/crla.66037>
- Lamshöft, K., & Dittmann, J. (2020). Assessment of hidden channel attacks: Targetting Modbus/TCP. *IFAC-PapersOnLine*, 53(2), 11100–11107.
<https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2020.12.258>
- Mahesh Kumar, G., & Kumaraswamy, E. (2020). Smart Traffic Junction Using Raspberry Pi. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 981(3), 0–6.
<https://doi.org/10.1088/1757-899X/981/3/032048>
- Mahmoud, M. S. (2012). Applied control systems design. *Applied Control Systems Design*, February, 1–560. <https://doi.org/10.1007/978-1-4471-2879-3>
- Maldonado, L. (2018). *Prototipo De Un Sistema De Sensores De Evaluación Del Ángulo De Inclinación Femorotibial En El Ejercicio De Sentadilla Con Barra Libre Tradicional Aplicado a Deportistas De Físico Culturismo En La Utn*. Universidad Técnica del Norte.
- Medina, D. (2022). *DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SOFTWARE COMPATIBLE CON ARDUINO BASADO EN EL ESTÁNDAR IEC 61131-3 PARA PROGRAMACIÓN LADDER Y SUPERVISIÓN MEDIANTE UN SISTEMA SCADA*. [Universidad Católica de Santa María].
<https://repositorio.ucsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12920/11940/4M.0416.IM.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- MES-SIGMA. (2018). Sensores inductivos. In *E.I.R.L.* <http://www.mes-sigma.net>

- Micro Detectors. (2019). Serie FC6 características. In *Forcelle per rilevamento oggetti con regolazione*.
- Morales, F., Toasa, R., & Escalona, M. (2019). Sistema de control y monitoreo bajo los protocolos ethernet y modbus rtu en el control de sistemas de cintas transportadoras para línea embotelladora de bebidas. *ResearchGate*, 1(Abril), 636–649.
- Nivia, A. M., & Jaramillo, I. (2018). La industria de sensores en Colombia. *Tecnura*, 22(57), 44–54.
- Pacherres, L. (2018). *Introducción, conceptos, creación de sitios Web, diseño de páginas WEB, herramientas para generar páginas WEB, tipos, principales funciones, aplicaciones*. [Universidad Nacional de Educación].
<https://repositorio.une.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14039/5006/Páginasweb.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Prado Fiallos, G. J., & Solís Suárez, E. G. (2021). *XXXV SEMINARIO NACIONAL DEL SECTOR ELÉCTRICO Cuenca 27, 28, 29 de octubre 2021*. 1–7.
- Rosales, K., & Urbano, K. (2021). Contribución de la digitalización de los procesos operativos en la productividad de las pequeñas empresas del sector textil confección. In *Pontificia Universidad Católica del Perú*.
<https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/19374>
- Rozo, F. (2020). Revisión de las tecnologías presentes en la industria 4.0. *Revista UIS Ingenierías*, 19(2), 177–191. <https://doi.org/10.18273/revuin.v19n2-2020019>
- Sachon, M. (2018). Los pilares de la industria 4.0. *Revista de Negocios Del IEEM*, 1(Abril), 46–54.
- Terrón, P. (2019). *Digitalización, De Opción a Obligación*.

<https://search.proquest.com/openview/cc07db67c09fd4e2edfa6c89b9eef106/1?pq-origsite=gscholar&cbl=2032638>

Valencia, A., & Portilla, P. (2021). *Internet Industrial de las Cosas (IIOT): Nueva Forma de Fabricación Inteligente*. chrome-extension://efaidnbmninnibpcajpcglclefindmkaj/http://univida.fup.edu.co/repositorio/files/original/0cba2296f09e033fe6c5c08e5a6a0119.pdf

Velasteguí Jaramillo, I. F., & Fernández de Córdova, D. (2020). *Diseño e Implementación de la Arquitectura del Internet Industrial de las Cosas para la Recolección de Datos en un Proceso de Manufactura*. UNIVERSIDAD DEL AZUAY.

Vilaplana, F., & Stein, G. (2020). Digitalización y personas. *Revista Empresa y Humanismo*, 23(1), 113–137. <https://doi.org/10.15581/015.xxiii.1.113-137>

Yague Zapata, K. A., Hernández Alvarado, J. E., Trujillo Trujillo, C. F., & Delgado, D. R. (2020). Internet industrial de las cosas , evolución y desafíos . In *Universidad Cooperativa de Colombia*. https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/18216/1/2020_Internet_industrial_cosas.pdf

Zapana, L. A. (2019). *Diseño E Imlementación De Un Módulo Didáctico Para El Arranque Electrónico De Motores Eléctricos De Inducción Por Controlador Lógico Programable (Plc)* [Universidad Católica de Santa María]. <http://tesis.ucsm.edu.pe/repositorio/handle/UCSM/9885>

ANEXOS

ANEXO 1. HOJA DE DATOS DEL SENSOR FC6I/0B-1204-1F

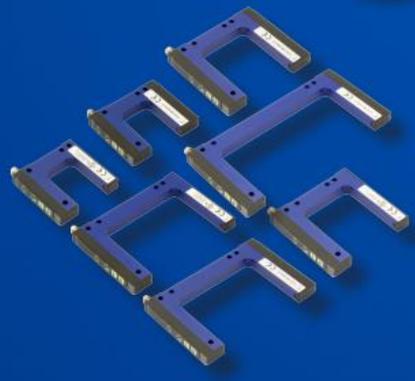


FC6 series
Photoelectric fork for objects
detection with regulation



features

- Simple and accurate adjustment manually by +/- buttons
- Infrared emission; LASER emission class 1
- Metal housing
- Light/Dark switching, selectable by button
- Minimum size object detection 0.2 mm (FC6I) and 0,05 mm (FC6L)
- 20...+60 °C temperature range
- M8 connectors (4pins): PNP/NPN, LO/DO
- Switching frequency 10 kHz



web contents

- Application notes
- Photos
- Catalogue / Manuals





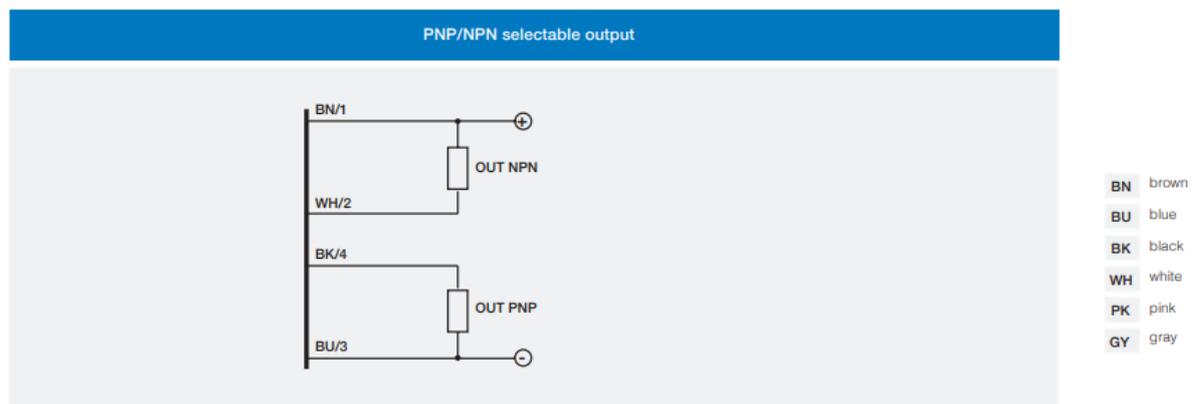
code description

		FC6	L /	0	B	-	03	04	-	1	F
series	FC6	Fork for objects									
emission	L	LASER emission (670 nm)									
	I	LED Infrared emission									
output	0	State (LO/DO) selectable									
output	B	Digital output (NPN/PNP)									
width slit detection	M2	Width slit detection 2 mm									
	M5	Width slit detection 5 mm									
	01	Width slit detection 15 mm									
	03	Width slit detection 30 mm									
	05	Width slit detection 50 mm									
	08	Width slit detection 80 mm									
depth	12	Width slit detection 120 mm									
	04	Depth slit detection 42 mm									
	06	Depth slit detection 59 mm									
housing	10	Depth slit detection 95 mm									
	1	Metal housing - Aluminum									
plug	F	Plug M8 4 pin									

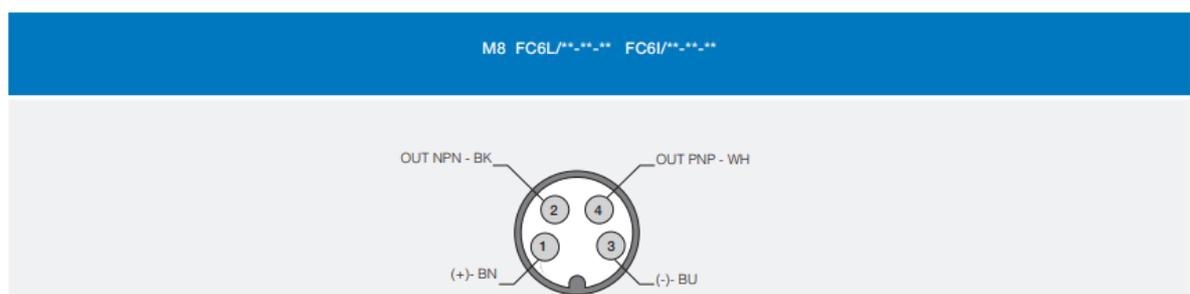
technical specification

	FC6L/**-**-**	FC6I/**-**-**
		
nominal sensing distance	2...120 mm	
minimum detectable object	0.05 mm	0.2 mm
emission	red LASER 670 nm, modulated, class 1	infrared LED, modulated
external light interference	10,000 lux (5,000 lux incandescent lamp)	
operating voltage	12 ... 24 Vdc (with protection against reverse polarity)	
max ripple content	10%	
no-load supply current	40 mA	
load current	100 mA	
output voltage drop	$\leq 2 \text{ V @ IL} = 100 \text{ mA}$	
switching frequency	10 kHz	
power supply protections	inverse-polarity protected short-circuit output protected	
temperature range	- 20 ...+ 50 °C	- 20 ...+ 60 °C
storage temperature	- 30 ...+ 80 °C	
protection degree	IP65 (EN60529)	
housing material	painted aluminium and polyamide/glass	
plug	M8 4 pin	
weight (approximate)	55...128 g	

electrical diagrams of the connections



plug



ANEXO 2. HOJA DE DATOS DEL PLC MicroLogix 1400 Allen Bradley

LISTEN.
THINK.
SOLVE.®

PRODUCT PROFILE

MicroLogix™ 1400 / 1766

Small Programmable Logic Controller

Advantages

- Expand your application capabilities with up to 7 expansion I/O modules for a maximum of 144 discrete I/O
- Up to 6 embedded 100 kHz high-speed counters (on controllers with dc inputs)
- 2 Serial ports with DF1/DH485/Modbus RTU/DNP3/ASCII protocol support
- Ethernet port provides you with peer-to-peer messaging, web server and email capabilities
- Built-in LCD with backlight allows you to view controller and I/O status, and provides a simple interface for messages, bit / integer monitoring and manipulation

Target Applications

- *General Industrial Machinery (Material Handling, Packaging, Assembly, etc.)*
- *HVAC/Building Automation*



Overview

The new Allen-Bradley® MicroLogix™ 1400 from Rockwell Automation complements the existing MicroLogix family of small programmable logic controllers. MicroLogix 1400 combines the features you demand from MicroLogix 1100, such as EtherNet/IP, online editing, and a built-in LCD, plus provides you with enhanced features, such as: higher I/O count, faster High Speed Counter/PTO and enhanced network capabilities

Take advantage of the built-in LCD with back lighting to set the Ethernet network configuration, display floating point values on a user configurable display, display OEM logos at startup and read or write any binary, integer and long file elements in the data table. Controllers without embedded analog come with 32 digital I/O count, while analog versions have 32 digital I/O and 6 analog I/O. All versions can be expanded using up to seven 1762 I/O modules - the same I/O modules that MicroLogix 1100 and 1200 utilize.

SPECIFICATIONS

MicroLogix	1766-L32BWA	1766-L32AWA	1766-L32BXB	1766-L32BWAA	1766-L32AWAA	1766-L32BXBA
Input Power	120/240 VAC		24 VDC	120/240 VAC		24 VDC
Memory	non-volatile battery backed RAM					
User Program / User Data Space	10 K / 10K configurable					
Data Logging / Recipe Storage	128 K (without Recipe) / up to 64 K (after subtracting Data Logging)					
Battery Back-up	Yes					
Back-up Memory Module	Yes					
Digital Inputs	(12) Fast 24VDC (8) Normal 24VDC	(20) 120VAC	(12) Fast 24VDC (8) Normal 24VDC	(12) Fast 24VDC (8) Normal 24VDC	(20) 120VAC	(12) Fast 24VDC (8) Normal 24VDC
Digital Outputs	(12) Relay	(12) Relay	(6) Relay (3) Fast DC (3) Normal DC	(12) Relay	(12) Relay	(6) Relay (3) Fast DC (3) Normal DC
Analog Inputs / Outputs	None			(4) Voltage Inputs / (2) Voltage Outputs		
Serial Ports	(1)RS232C/RS485*, (1)RS232C**					
Serial Protocols	DF1 Full Duplex, DF1 Half Duplex Master/Slave, DF1 Radio Modem, DH-485, Modbus RTU Master/Slave, ASCII, DNP 3 Slave					
Ethernet Ports	(1) 10/100 EtherNet/IP port					
Ethernet Protocols	EtherNet/IP messaging only					
Trim Potentiometers	2 Digital					
High-Speed Inputs	Up to 6 channels @ 100 kHz	N/A	Up to 6 channels @ 100 kHz	Up to 6 channels @ 100 kHz	N/A	Up to 6 channels @ 100 kHz

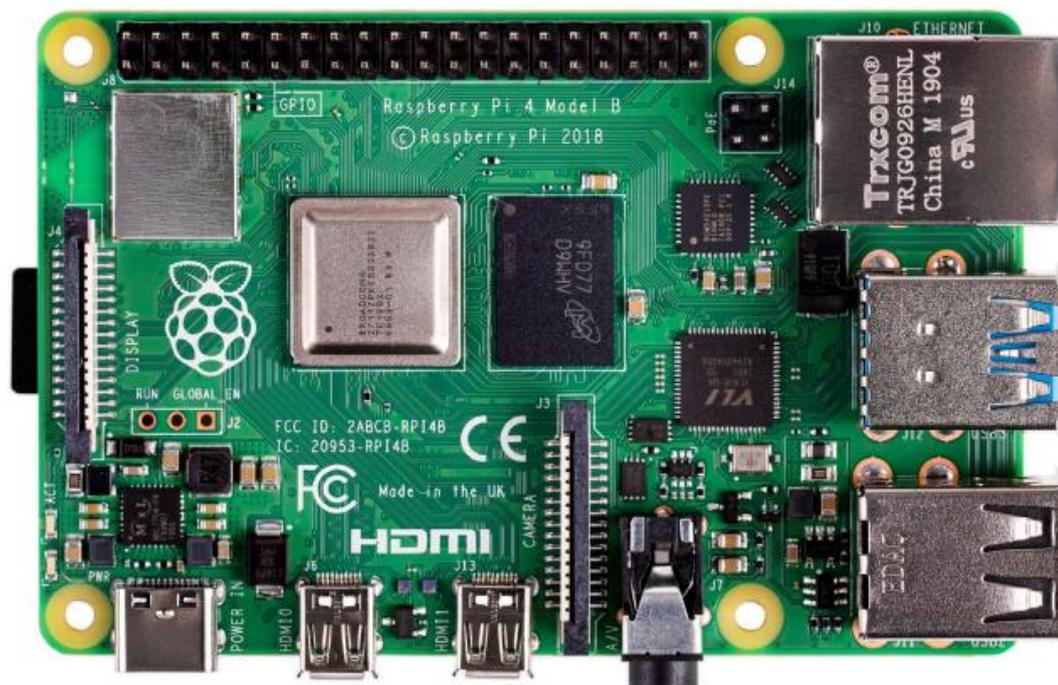
Real Time Clock	Yes, embedded					
PID	Yes (limited by loop and stack memory)					
PWM /PTO	N/A		3 channel PTO (100kHz)\PWM (40kHz)	N/A		3 channel PTO (100kHz)\PWM (40kHz)
Dual Axis Servo control	N/A		Through embedded PTO	N/A		Through embedded PTO
Embedded LCD	Yes					
Floating Point Math	Yes					
Online Editing	Yes					
Operating Temperature	-20°C to +60°C					
Storage Temperature	-40°C (or -30°C) to +85°C					

* Isolated RS232/RS485 combo port. Same as MicroLogix 1100 Comm 0

** Non-isolated RS232, standard D-sub connector.

ANEXO 3. HOJA DE DATOS DE LA RASPBERRY PI 4

Overview

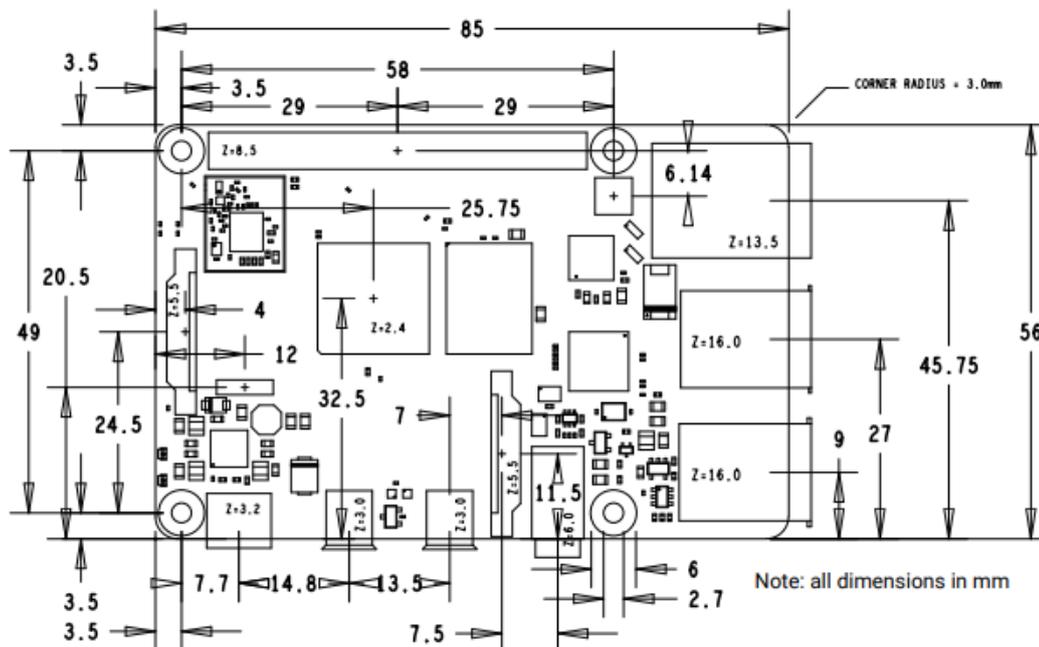


Raspberry Pi 4 Model B is the latest product in the popular Raspberry Pi range of computers. It offers ground-breaking increases in processor speed, multimedia performance, memory, and connectivity compared to the prior-generation Raspberry Pi 3 Model B+, while retaining backwards compatibility and similar power consumption. For the end user, Raspberry Pi 4 Model B provides desktop performance comparable to entry-level x86 PC systems.

Specification

Processor:	Broadcom BCM2711, quad-core Cortex-A72 (ARM v8) 64-bit SoC @ 1.5GHz
Memory:	2GB, 4GB or 8GB LPDDR4 (depending on model)
Connectivity:	2.4 GHz and 5.0 GHz IEEE 802.11b/g/n/ac wireless LAN, Bluetooth 5.0, BLE Gigabit Ethernet 2 × USB 3.0 ports 2 × USB 2.0 ports.
GPIO:	Standard 40-pin GPIO header (fully backwards-compatible with previous boards)
Video & sound:	2 × micro HDMI ports (up to 4Kp60 supported) 2-lane MIPI DSI display port 2-lane MIPI CSI camera port 4-pole stereo audio and composite video port
Multimedia:	H.265 (4Kp60 decode); H.264 (1080p60 decode, 1080p30 encode); OpenGL ES, 3.0 graphics
SD card support:	Micro SD card slot for loading operating system and data storage
Input power:	5V DC via USB-C connector (minimum 3A ¹) 5V DC via GPIO header (minimum 3A ¹) Power over Ethernet (PoE)–enabled (requires separate PoE HAT)
Environment:	Operating temperature 0–50°C
Compliance:	For a full list of local and regional product approvals, please visit https://www.raspberrypi.org/documentation/hardware/raspberrypi/conformity.md
Production lifetime:	The Raspberry Pi 4 Model B will remain in production until at least January 2026.

Physical Specifications



WARNINGS

- This product should only be connected to an external power supply rated at 5V/3A DC or 5.1V/ 3A DC minimum¹. Any external power supply used with the Raspberry Pi 4 Model B shall comply with relevant regulations and standards applicable in the country of intended use.
- This product should be operated in a well-ventilated environment and, if used inside a case, the case should not be covered.
- This product should be placed on a stable, flat, non-conductive surface in use and should not be contacted by conductive items.
- The connection of incompatible devices to the GPIO connection may affect compliance and result in damage to the unit and invalidate the warranty.
- All peripherals used with this product should comply with relevant standards for the country of use and be marked accordingly to ensure that safety and performance requirements are met. These articles include but are not limited to keyboards, monitors and mice when used in conjunction with the Raspberry Pi.
- Where peripherals are connected that do not include the cable or connector, the cable or connector must offer adequate insulation and operation in order that the relevant performance and safety requirements are met.

SAFETY INSTRUCTIONS

To avoid malfunction or damage to this product please observe the following:

- Do not expose to water, moisture or place on a conductive surface whilst in operation.
- Do not expose it to heat from any source; Raspberry Pi 4 Model B is designed for reliable operation at normal ambient room temperatures.
- Take care whilst handling to avoid mechanical or electrical damage to the printed circuit board and connectors.
- Avoid handling the printed circuit board whilst it is powered and only handle by the edges to minimise the risk of electrostatic discharge damage.

¹ A good quality 2.5A power supply can be used if downstream USB peripherals consume less than 500mA in total.

ANEXO 4. ENCUESTA DE REQUERIMIENTOS Y TABULACIÓN

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS APLICADAS

CIERCOM



ENCUESTA DIRIGIDA AL REPRESENTANTE LEGAL DE LA EMPRESA KILURTECH.

Esta encuesta está dirigida para el representante legal de la empresa KilurTech, mismo que se encuentra en convenio con la empresa Edesa para el levantamiento de información sobre los requerimientos.

1. ¿Dentro de su empresa dispone un control mediante registros manuales para el área de producción?
 - a. Si
 - b. No

2. ¿Los datos e información recopilada pueden estar a disposición del jefe encargado de manera inmediata?
 - a. Si
 - b. No

3. ¿Con el control actual de los datos recopilados, usted puede tomar decisiones de manera inmediata en el área de producción?
 - a. Si
 - b. No

4. ¿Le gustaría visualizar los datos recopilados de manera inmediata haciendo uso de una interfaz web?
 - a. Si
 - b. No

5. ¿Preferiría que el control de acceso a la página web sea general o mediante usuarios específicos?
 - a. General
 - b. Usuarios específicos

6. ¿Cree usted que interviene en el trabajo de producción la inclusión de este sistema?
 - a. Si
 - b. No

7. ¿Preferiría que los resultados sean presentados de manera gráfica o datos en texto?
 - a. Gráficas
 - b. Texto

8. ¿Según su opinión le gustaría que el ingreso a la interfaz se pueda realizar solamente dentro de la red de la empresa o desde cualquier sitio que se encuentre?
 - a. Dentro de la red de la empresa
 - b. Desde cualquier sitio

9. ¿Le parece importante que los dispositivos usados en el sistema se los utilice con todos los elementos de seguridad?
 - a. Si
 - b. No



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS APLICADAS
CIERCOM

ENCUESTA DIRIGIDA AL REPRESENTANTE LEGAL DE LA EMPRESA KILURTECH.

Esta encuesta está dirigida para el representante legal de la empresa KilurTech, mismo que se encuentra en convenio con la empresa Edesa para el levantamiento de información sobre los requerimientos.

1. ¿Dentro de su empresa dispone un control mediante registros digitales para el área de producción?
 - a. Si
 - b. No

2. ¿Los datos e información recopilada pueden estar a disposición del jefe encargado de manera inmediata?
 - a. Si
 - b. No

3. ¿Con el control actual de los datos recopilados, usted puede tomar decisiones de manera inmediata en el área de producción?
 - a. Si
 - b. No

4. ¿Le gustaría visualizar los datos recopilados de manera inmediata haciendo uso de una interfaz web?
 - a. Si
 - b. No

5. ¿Preferiría que el control de acceso a la página web sea general o mediante usuarios específicos?
 - a. General
 - b. Usuarios específicos

6. ¿Cree usted que interviene en el trabajo de producción la inclusión de este sistema?
 - a. Si
 - b. No

7. ¿Preferiría que los resultados sean presentados de manera gráfica o datos en texto?

- a. Gráficas
- b. Texto

8. ¿Según su opinión le gustaría que el ingreso a la interfaz se pueda realizar solamente dentro de la red de la empresa o desde cualquier sitio que se encuentre?

- a. Dentro de la red de la empresa
- b. Desde cualquier sitio

9. ¿Le parece importante que los dispositivos usados en el sistema se los utilice con todos los elementos de seguridad?

- a. Si
- b. No



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS APLICADAS
CIERCOM

ENCUESTA DIRIGIDA AL REPRESENTANTE LEGAL DE LA EMPRESA KILURTECH.

Esta encuesta está dirigida para el representante legal de la empresa KilurTech, mismo que se encuentra en convenio con la empresa Edesa para el levantamiento de información sobre los requerimientos.

1. ¿Dentro de su empresa dispone un control mediante registros digitales para el área de producción?
 - a. Si
 - b. No

2. ¿Los datos e información recopilada pueden estar a disposición del jefe encargado de manera inmediata?
 - a. Si
 - b. No

3. ¿Con el control actual de los datos recopilados, usted puede tomar decisiones de manera inmediata en el área de producción?
 - a. Si
 - b. No

4. ¿Le gustaría visualizar los datos recopilados de manera inmediata haciendo uso de una interfaz web?
 - a. Si
 - b. No

5. ¿Preferiría que el control de acceso a la página web sea general o mediante usuarios específicos?
 - a. General
 - b. Usuarios específicos

6. ¿Cree usted que interviene en el trabajo de producción la inclusión de este sistema?
 - a. Si
 - b. No

7. ¿Preferiría que los resultados sean presentados de manera gráfica o datos en texto?

- a. Gráficas
- b. Texto

8. ¿Según su opinión le gustaría que el ingreso a la interfaz se pueda realizar solamente dentro de la red de la empresa o desde cualquier sitio que se encuentre?

- a. Dentro de la red de la empresa
- b. Desde cualquier sitio

9. ¿Le parece importante que los dispositivos usados en el sistema se los utilice con todos los elementos de seguridad?

- a. Si
- b. No



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS APLICADAS
CIERCOM

ENCUESTA DIRIGIDA AL REPRESENTANTE LEGAL DE LA EMPRESA
KILURTECH.

Esta encuesta está dirigida para el representante legal de la empresa KilurTech, mismo que se encuentra en convenio con la empresa Edesa para el levantamiento de información sobre los requerimientos.

1. ¿Dentro de su empresa dispone un control mediante registros digitales para el área de producción?
 - a. Si
 - b. No

2. ¿Los datos e información recopilada pueden estar a disposición del jefe encargado de manera inmediata?
 - a. Si
 - b. No

3. ¿Con el control actual de los datos recopilados, usted puede tomar decisiones de manera inmediata en el área de producción?
 - a. Si
 - b. No

4. ¿Le gustaría visualizar los datos recopilados de manera inmediata haciendo uso de una interfaz web?
 - a. Si
 - b. No

5. ¿Preferiría que el control de acceso a la página web sea general o mediante usuarios específicos?
 - a. General
 - b. Usuarios específicos

6. ¿Cree usted que interviene en el trabajo de producción la inclusión de este sistema?
 - a. Si
 - b. No

7. ¿Preferiría que los resultados sean presentados de manera gráfica o datos en texto?

- a. Gráficas
- b. Texto

8. ¿Según su opinión le gustaría que el ingreso a la interfaz se pueda realizar solamente dentro de la red de la empresa o desde cualquier sitio que se encuentre?

- a. Dentro de la red de la empresa
- b. Desde cualquier sitio

9. ¿Le parece importante que los dispositivos usados en el sistema se los utilice con todos los elementos de seguridad?

- a. Si
- b. No



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS APLICADAS
CIERCOM

ENCUESTA DIRIGIDA AL REPRESENTANTE LEGAL DE LA EMPRESA KILURTECH.

Esta encuesta está dirigida para el representante legal de la empresa KilurTech, mismo que se encuentra en convenio con la empresa Edesa para el levantamiento de información sobre los requerimientos.

1. ¿Dentro de su empresa dispone un control mediante registros digitales para el área de producción?
 - a. Si
 - b. No

2. ¿Los datos e información recopilada pueden estar a disposición del jefe encargado de manera inmediata?
 - a. Si
 - b. No

3. ¿Con el control actual de los datos recopilados, usted puede tomar decisiones de manera inmediata en el área de producción?
 - a. Si
 - b. No

4. ¿Le gustaría visualizar los datos recopilados de manera inmediata haciendo uso de una interfaz web?
 - a. Si
 - b. No

5. ¿Preferiría que el control de acceso a la página web sea general o mediante usuarios específicos?
 - a. General
 - b. Usuarios específicos

6. ¿Cree usted que interviene en el trabajo de producción la inclusión de este sistema?
 - a. Si
 - b. No

7. ¿Preferiría que los resultados sean presentados de manera gráfica o datos en texto?

- a. Gráficas
- b. Texto

8. ¿Según su opinión le gustaría que el ingreso a la interfaz se pueda realizar solamente dentro de la red de la empresa o desde cualquier sitio que se encuentre?

- a. Dentro de la red de la empresa
- b. Desde cualquier sitio

9. ¿Le parece importante que los dispositivos usados en el sistema se los utilice con todos los elementos de seguridad?

- a. Si
- b. No

Tabulación de Encuesta

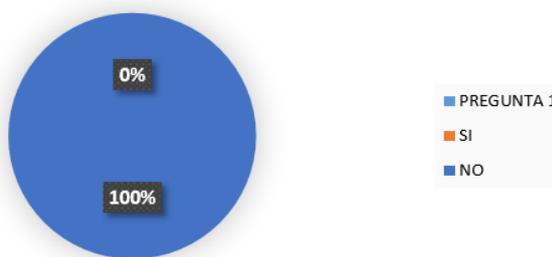
La encuesta fue aplicada a 4 personas incluyendo el gerente de Kilur Tech por lo que la referencia de tabulación se basa en ese número de encuestados (4).

1._ ¿Dentro de su empresa dispone un control mediante registros digitales para el área de producción?

Figura 133

Tabulación (Pregunta 1)

¿Dentro de su empresa dispone un control mediante registros digitales para el área de producción?



Fuente: Elaborado por el autor

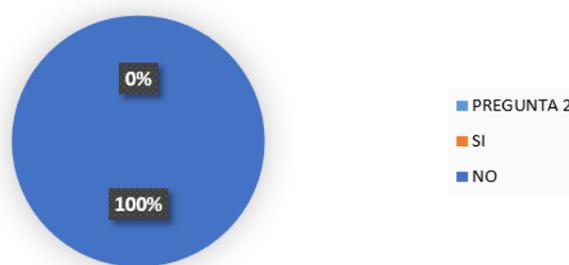
Los encuestados supieron manifestar de manera concreta que dentro del área de producción no existe un control de registros digitales, dicho manifiesto fue del 100% por lo que el desarrollo del proyecto es un punto muy importante para poder digitalizar este proceso.

2._ ¿Los datos e información recopilada pueden estar a disposición del jefe encargado de manera inmediata?

Figura 134

Tabulación (Pregunta 2)

¿Los datos e información recopilada pueden estar a disposición del jefe encargado de manera inmediata?



Fuente: Elaborado por el autor

El total de los encuestados manifestaron que no se cuenta con la disposición inmediata de la información o control de producción para el encargado. Por lo que en el diseño la visualización en el sitio web garantiza la disponibilidad inmediata.

3._ ¿Con el control actual de los datos recopilados, usted puede tomar decisiones de manera inmediata en el área de producción?

Figura 135

Tabulación (Pregunta 3)

¿Con el control actual de los datos recopilados, usted puede tomar decisiones de manera inmediata en el área de producción?



Fuente: Elaborado por el autor

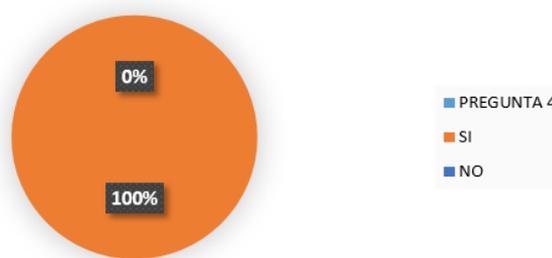
Dentro de los encuestados un 75% supo manifestar que es difícil tomar decisiones de manera inmediata dentro del área de producción cuando se trata del área de hornos debido a la falta de disponibilidad de datos inmediatos, por lo que es un punto importante tomar en cuenta la disponibilidad inmediata.

4._ ¿Le gustaría visualizar los datos recopilados de manera inmediata haciendo uso de una interfaz web?

Figura 136

Tabulación (Pregunta 4)

¿Le gustaría visualizar los datos recopilados de manera inmediata haciendo uso de una interfaz web?



Fuente: Elaborado por el autor

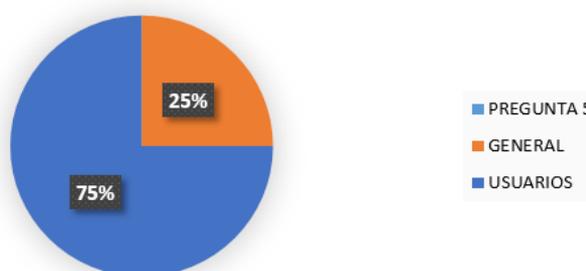
La presentación de la información en una interfaz web es un punto muy importante dentro del desarrollo del proyecto ya que tuvo una aceptación del 100% en los encuestados.

5._ ¿Preferiría que el control de acceso a la página web sea general o mediante usuarios específicos?

Figura 137

Tabulación (Pregunta 5)

¿Preferiría que el control de acceso a la página web sea general o mediante usuarios específicos?



Fuente: Elaborado por el autor

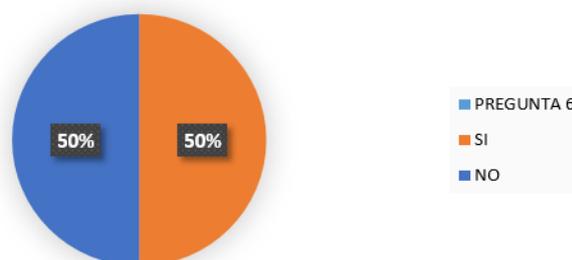
La mayoría de los encuestados dieron su punto de vista sobre el acceso a la información del control, siendo mejor realizarlo mediante el ingreso con usuarios específicos por lo cual se debe implementar esta opción para las personas encargadas que deben tener acceso a esta información.

6._ ¿Cree usted que interviene en el trabajo de producción la inclusión de este sistema?

Figura 138

Tabulación (Pregunta 6)

¿Cree usted que interviene en el trabajo de producción la inclusión de este sistema?



Fuente: Elaborado por el autor

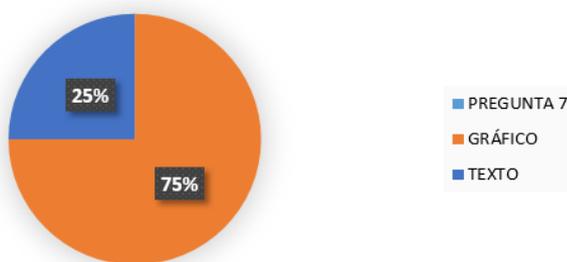
La inclusión del sistema en el área de producción es un tema muy importante a tomar en cuenta debido a que se encuentra dividida en un 50% para cada respuesta por lo que la mitad piensa que si interviene en el trabajo de producción y un 50% piensa que no interviene, por lo que se debe tomar en cuenta que en horas de producción es un ambiente muy difícil de tratar.

7._ ¿Preferiría que los resultados sean presentados de manera gráfica o datos en texto?

Figura 139

Tabulación (Pregunta 7)

¿Preferiría que los resultados sean presentados de manera gráfica o datos en texto?



Fuente: Elaborado por el autor

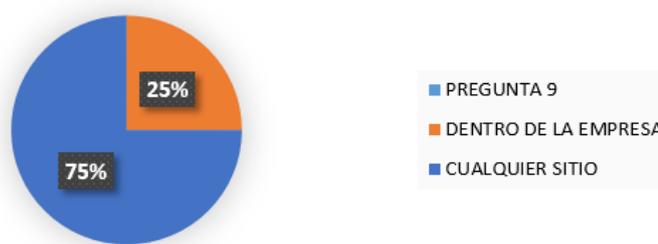
La aceptación de los encuestados para poder presentar la información de manera gráfica fue de un 75%, tomando en cuenta la facilidad de trabajar con gráficos en la plataforma de desarrollo Angular el diseño se hace un punto importante y fácil de aplicar.

8._ ¿Según su opinión le gustaría que el ingreso a la interfaz se pueda realizar solamente dentro de la red de la empresa o desde cualquier sitio que se encuentre?

Figura 140

Tabulación (Pregunta 9)

¿Según su opinión le gustaría que el ingreso a la interfaz se pueda realizar solamente dentro de la red de la empresa o desde cualquier sitio...



Fuente: Elaborado por el autor

La disponibilidad de la información en todo momento es muy importante es por eso que se tiene una aceptación del 75% de los encuestados, esto tomando en cuenta que se puede visualizar los datos desde cualquier sitio que se tenga internet lo cual lo hace más eficiente al momento de la toma de decisiones operativas en la empresa.

9._ ¿Le parece importante que los dispositivos usados en el sistema se los utilice con todos los elementos de seguridad?

Figura 141

Tabulación (Pregunta 11)

¿Le parece importante que los dispositivos usados en el sistema se los utilice con todos los elementos de seguridad?



Fuente: Elaborado por el autor

La seguridad es un punto muy importante al momento de implementar cualquier tipo de sistema por lo que la aceptación del uso de elementos de seguridad es del 100% con el fin de salvaguardar la integridad del personal y de cada uno de los equipos y maquinaria que se encuentran en el área de producción.

ANEXO 5. DATASHEET ROUTER TP-LINK TL-WR940N

450Mbps Wireless N Router

450 Mbps, the Fastest
11N Router



TL-WR940N



450Mbps
Wireless Speed



5dBi Antennas



Multi-mode

Highlights

The Best Choice on 11N

Enjoy reliable Wi-Fi with the TL-WR940N. The Wireless N router creates strong Wi-Fi connections for devices throughout your home. Its 3 x 3 MIMO technology strengthens your wireless signal, and the fast Ethernet ports create high-speed wired connections for lag-free gaming and streaming.



Wireless N Speed & Range

Complying with the IEEE 802.11n standard, TL-WR940N can establish a wireless network and get up to 18X the speed and 6X the range of conventional 11g products. Also, with transmission rates up to 450Mbps.



Specifications

Hardware

- Ethernet Ports: 4 10/100Mbps LAN Ports, 1 10/100Mbps WAN Port
- Buttons: Power On/Off Button, Reset Button, Wi-Fi/WPS Button
- Antennas: 3 fixed Omni Directional Antennas
- External Power Supply: 9VDC / 0.6A
- Dimensions (W x D x H): 9.1 x 5.7 x 1.4 in. (230 x 144 x 35mm)



Wireless

- Wireless Standards: IEEE 802.11n, IEEE 802.11g, IEEE 802.11b
- Frequency: 2.4-2.4835GHz
- Signal Rate:
 - 11n: Up to 450Mbps(dynamic)
 - 11g: Up to 54Mbps(dynamic)
 - 11b: Up to 11Mbps(dynamic)
- Reception Sensitivity:
 - 450M: -68dBm@10% PER
 - 216M: -70dBm@10% PER
 - 130M: -78dBm@10% PER
 - 54M: -74dBm@10% PER
 - 11M: -85dBm@8% PER
 - 6M: -88dBm@10% PER
 - 1M: -93dBm@8% PER
- Wireless Function: Enable/Disable Wireless Radio, WMM, Wireless Statistics
- Wireless Security: WEP, WPA / WPA2, WPA-PSK / WPA2-PSK

Specifications

Software

- **Working Modes:** Wireless Router, Range Extender, Access Point
- **WAN Type:** Dynamic IP, Static IP, PPPoE, PPTP(Dual Access), L2TP(Dual Access), Bigpond
- **DHCP:** Server, DHCP Client List, Address Reservation
- **Quality of Service:** WMM, Bandwidth Control
- **Port Forwarding:** Virtual Server, Port Triggering, UPnP, DMZ
- **Dynamic DNS:** DynDns, Comexe, NO-IP
- **Access Control:** Parental Controls, Local Management Control, Host list, Access Schedule, Rule Management
- **Firewall Security:** DoS, SPI Firewall, IP and MAC Address Binding
- **Protocols:** IPv4, IPv6
- **Management:** Access Control, Local Management, Remote Management
- **Guest Network:** 2.4GHz guest network

Others

- **Certification**
CE, FCC, RoHS, Wi-Fi
- **System Requirements**
Microsoft Windows 10/8.1/8/7/Vista/XP/2000/NT/98SE, MAC OS, NetWare, UNIX or Linux
Internet Explorer 11, Firefox 12.0, Chrome 20.0, Safari 4.0, or other Java-enabled browser
Cable or DSL Modem
Subscription with an internet service provider (for internet access)
- **Environment**
Operating Temperature: 0°C~40°C (32°F ~104°F)
Storage Temperature: -40°C~70°C (-40°F ~158°F)
Operating Humidity: 10%~90% non-condensing
Storage Humidity: 5%~90% non-condensing
- **Package Contents**
450Mbps Wireless N Router TL-WR940N
Power Adapter
RJ-45 Ethernet Cable
Quick Installation Guide