

Práctica empresarial en la empresa GUACAMAYA OIL SERVICES S.A.S desarrollando sistema de adquisición, gestión y visualización de datos para el monitoreo de sensores en unidades de coiled tubing y bombas de fluidos a través de controlador lógico programable siemens s7-1200 y tecnología de backend – frontend

Moises Eduardo Arias Rodríguez

Trabajo de grado para optar el título de Ingeniero Mecatrónico

Director

Daniel Chaparro Hernández

Magister Ingeniería Mecánica

Codirector

Diana Martínez Reyes

Magister Ingeniería Mecánica

Universidad Santo Tomás, Bucaramanga

División de Ingenierías y Arquitectura

Ingeniería Mecatrónica

2023

Dedicatoria

Quiero dedicar este trabajo a toda mi familia. Para mis padres Moisés Arias y Geomara Rodríguez, por su comprensión y apoyo incondicional en todos los momentos de mi vida. Para mis hermanos Ingri Arias y Miguel Arias por el apoyo en todo mi proceso de crecimiento personal y profesional, estoy muy orgulloso de ustedes.

Quiero dedicarle en especial este logro a mi sobrina Isabella Arias quien ha sido el motivo y la luz para continuar en los momentos difíciles.

A los docentes y amigos Marielsy Zequeira y Juan Pertuz por sus conocimientos, apoyo y sobre todo por tanto aprecio a lo largo de mi vida.

A todas esas personas que hicieron parte del proceso y me acompañaron muy de cerca, gracias por ese apoyo, amor, paciencia y comprensión día a día que me han ayudaron a crecer. En especial, quiero dedicarle y agradecerle a Silvia Hernández Roa compañera, colega y amiga a quien admiro tanto y ha estado durante muchos momentos difíciles a lo largo de la carrera siendo fundamental para alcanzar este objetivo. Ha Deiby Rodríguez por ser un amigo con el cuál hemos compartido sobre la vida y sus dificultades impulsándonos a dar el máximo.

Agradecimientos

Agradezco a Dios porque sin su ayuda y su dirección nada de este trabajo sería posible, a mis padres, hermanos, familiares y amigos cercanos, quienes me apoyaron incondicionalmente a lo largo de esta etapa de mi vida.

A la universidad santo Tomás por sus conocimientos en diversos campos de la ingeniería, en especial aquellos docentes que dieron un paso más en su labor, inspirando y haciendo de cada aula de clase un espacio amigable para compartir conocimiento. A los magísteres Diana Martínez, Diego Páez, Hernán Hernández y el PhD. Jerson Reina por el acompañamiento profesional y personal en mi transcurso universitario.

A la empresa GUACAMAYA OIL SERVICES S.A.S por la oportunidad de poner en práctica mi conocimiento en sus instalaciones, en especial al Gerente del área de mantenimiento Ing. Gilberto Silva, al supervisor de mantenimiento Ing. Juan Gonzalez y a los compañeros del área del departamento de electrónica por todo el apoyo.

Al programa ser pilo paga 4 por la financiación del pregrado y apoyo a lo largo de toda la carrera permitiendo que pueda realizar una carrera profesional.

Erga essa cabeça, mete o pé e vai na fé.
Tá Escrito. Grupo Revelação.

Contenido

Introducción	10
1. Práctica empresarial en la empresa GUACAMAYA OIL SERVICES S.A.S desarrollando sistema de adquisición, gestión y visualización de datos para el monitoreo de sensores en unidades de coiled tubing y bombas de fluidos a través de controlador lógico programable siemens s7-1200 y tecnología de backend – frontend.	
1.1. Identificación de la problemática	11
1.2. Justificación	11
1.3. Objetivos	13
1.3.1. Objetivo general.....	13
1.3.2. Objetivos específicos	13
2. Marco referencial	14
2.1. Reseña de la empresa	14
2.2. Marco conceptual.....	15
3. Método	19
3.1. Plan de trabajo.....	19
3.2. Desarrollo plan de trabajo	20
4. Resultados	21
4.1. Primera parte. Corresponde al desarrollo de los objetivos específicos 1 y 2.....	21
4.1.1. Implementación del esquemático y montaje	24
4.1.2. Interfaz HMI	25
4.1.3. Alarmas	28
4.1.4. Comunicación PLC – Backend.....	29

4.2. Segunda parte. Corresponde al desarrollo de los objetivos específicos 3 y 4.....	30
4.2.1. Backend	30
4.2.2. Comunicación Backend – Frontend.....	32
4.2.3. Frontend	33
5. Conclusiones	42
Referencias.....	45

Lista de tablas

Tabla 1. <i>Plan de trabajo</i>	19
Tabla 2. <i>Cotización de componentes</i>	22
Tabla 3. <i>Datos de transferencia</i>	30

Lista de figuras

Figura 1. <i>Esquema eléctrico data portátil</i>	24
Figura 2. <i>Gabinete eléctrico</i>	25
Figura 3. <i>Interfaz Home HMI</i>	26
Figura 4. <i>Interfaz weight HMI.</i>	26
Figura 5. <i>Interfaz Presión HMI</i>	27
Figura 6. <i>Interfaz Flujo HMI</i>	27
Figura 7. <i>Interfaz de profundidad HMI</i>	27
Figura 8. <i>Interfaz de PWM</i>	28
Figura 9. <i>Interfaz alarma máximos valores</i>	28
Figura 10. <i>Interfaz alarma rangos de valores</i>	29
Figura 11. <i>Datos de transferencia</i>	31
Figura 12. <i>Datos de transferencia</i>	32
Figura 13. <i>Vista Login</i>	35
Figura 14. <i>Vista Home</i>	36
Figura 15. <i>Vista Control</i>	37
Figura 16. <i>Vista Control</i>	38
Figura 17. <i>Vista gráfica 1</i>	39
Figura 18. <i>Vista gráfica 2</i>	40
Figura 19. <i>Vista configuración</i>	40
Figura 20. <i>Vista información</i>	41
Figura 21. <i>Vista usuarios</i>	42

Resumen

El presente proyecto trata del desarrollado en la práctica empresarial correspondiente a la implementación de un sistema de adquisición, gestión y visualización de datos para el monitoreo de sensores en unidades de coiled tubing y bombas de fluidos a través de controlador lógico programable siemens s7-1200 y tecnologías de backend – frontend contribuyendo a la integración en la industria 4.0 y mejorando los procesos internos de la compañía.

Palabras clave: automatización, Frontend, Backend, HMI, Plataforma web

Abstract

This project deals with the development in business practice corresponding to the implementation of a data acquisition, management and visualization system for the monitoring of sensors in coiled tubing units and fluid pumps through a siemens s7-1200 programmable logic controller and backend - frontend technologies contributing to the integration in industry 4.0 and improving the internal processes of the company.

Keywords: Automation, Frontend, Backend, HMI, Web platform

Introducción

La automatización industrial significó un antes y después en las operaciones industriales. Con su ayuda se ha logrado aumentar la eficiencia, seguridad y calidad en todos los sectores productivos. Dependiendo del proceso es necesario mayor o menor cantidad de sensores que por medio de sistemas de adquisición de datos permiten conocer a detalle el cambio de las variables físicas, contribuyendo a que el operador o el sistema pueda responder con base a estos indicadores. Por este motivo, las empresas invierten en sistemas más complejos integrando tecnologías nuevas como el Internet de las Cosas (IoT) que cada vez tiene más acogida en la manufactura y la Industria 4.0 [1], con sistemas de adquisición de datos, software y otras tecnologías interconectadas compartiendo información acerca del estado del proceso que pueden ser visualizadas y monitorizadas a través de dispositivos como laptop, teléfonos móviles, de forma local o remota. La empresa Guacamaya Oil Services S.A.S suministra servicios para la industria del petróleo y el gas en la línea de estimulación a pozos mediante la técnica de Coiled Tubing, Flushing, bombeo de químicos, inyección de nitrógeno, entre otros [2]; para el desarrollo de estos servicios de forma correcta se emplea dispositivos de hardware y software que permitan verificar en tiempo real el estado del proceso, estos dispositivos corresponden a sensores, actuadores, controladores lógicos programables (PLC), e interfaces Humano Máquina (HMI) que son requeridos y fundamentales para la prestación de servicios a las operadoras de los campos petroleros garantizando fiabilidad, seguridad y calidad.

El presente informe trata acerca del proyecto desarrollado en la práctica empresarial correspondiente a la implementación de un sistema de adquisición, gestión y visualización de datos para el monitoreo de sensores en unidades de coiled tubing y bombas de fluidos a través de controlador lógico programable siemens s7-1200 y tecnologías de backend – frontend

contribuyendo a la integración en la industria 4.0 y mejorando los procesos internos de la compañía.

1.1. Identificación de la problemática

Actualmente, la empresa Guacamaya Oil Services S.A.S suministra servicios para la industria del petróleo y el gas en la línea de estimulación a pozos mediante la técnica de coiled tubing, flushing, bombeo de químicos, inyección de nitrógeno, entre otros [2]; para el desarrollo de estos servicios de forma correcta se emplea dispositivos de hardware y software que permite verificar en tiempo real el estado del proceso, estos dispositivos corresponden a sensores, actuadores, controladores lógicos programables (PLC), e interfaces Humano Máquina (HMI).

Al momento de realizar inspecciones de mantenimiento, acreditación o diagnóstico es necesario verificar el estado de los sensores, actualmente se realiza por medio del sistema de adquisición de datos que integra cada equipo, sin embargo, en algunos casos puede presentar errores o hay otras áreas de mantenimiento interviniendo el equipo por lo cual no es posible conectarse a la unidad siendo necesario el desarrollo de un sistema portátil que pueda contar con diferentes aplicativos como la adquisición de datos, interfaz HMI, plataforma web y control de aceleración. Por este motivo, requiere de personal de apoyo que cuenta con conocimientos en diversas áreas para desarrollar el dispositivo y la plataforma web local.

1.2. Justificación

El proceso productivo de equipos de coiled tubing y bombas de fluidos consta del tiempo operativo en los pozos petroleros que muchas veces se encuentra en zonas periféricas, en consecuencia, es fundamental mantener los equipos con sistemas de respaldo, repuestos y realizar

de forma correcta el mantenimiento preventivo. Para mantener en funcionamiento los equipos el mayor tiempo posible es necesario optimizar los tiempos de parada de cada unidad, eso significa que se debe contar con los sistemas que permitan realizar las inspecciones y en la zona productiva sistemas de respaldo que puedan actuar en caso de que fallen los principales. En el proceso de operación y control de equipos de coiled tubing y unidades de bombeo se implementa un dispositivo de la marca (KONGSBRG) para el control de aceleración del motor detroit serie 60. Su funcionamiento básico se compone de la modulación de PWM a partir de un potenciómetro; en algunos casos el dispositivo presenta fallos y las unidades no pueden continuar en operación por lo que es preciso disponer de otro sistema para el control de aceleración en motores permitiendo continuar con el trabajo y reducir costos en la compra de nuevos dispositivos. Con base a lo anterior, se busca que el sistema de adquisición de datos portátil pueda disponer de una salida con generador de PWM que permita controlar la aceleración por medio de la interfaz humano-máquina (HMI).

Por otro lado, la empresa Guacamaya Oil Services S.A.S [2] busca implementar un sistema del internet industrial de las cosas que se refiere a la estrecha integración de la computación, redes y objetos físicos para la industria, en el cual dispositivos integrados están conectados en red para detectar, monitorizar y controlar el mundo físico para promover el progreso de los procesos y la fabricación [3]. Así es necesario desarrollar un aplicativo web de forma local que se comunique con el sistema de adquisición (PLC) y presente los datos e información del proceso mediante un dashboard o plataforma web integrando tecnologías de hardware y software.

Con base a la problemática existente, la empresa Guacamaya Oil Service S.A.S [2] requiere de un ingeniero mecatrónico que cuente con los conocimientos para el desarrollo del sistema de adquisición de datos, diseño de interfaz HMI y la implementación de la plataforma web que

obtenga información del PLC permitiendo gestionar la información de los sensores, parámetros de funcionamiento, alarmas, datos técnicos, y gráficos en tiempo real con bajo delay. A su vez, el ingeniero mecatrónico podrá fortalecer y aplicar sus habilidades de investigación e innovación al estar relacionado con los servicios en la industria de hidrocarburos, el mantenimiento de los equipos y el desarrollo de proyectos sobre las unidades, favoreciendo la integración del estudiante con escenarios reales laborales con los que se enfrentará en el transcurso del ejercicio de su etapa profesional.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Desarrollar el sistema de adquisición, gestión y visualización de datos para el monitoreo de sensores en unidades de coiled tubing y bombas de fluidos a través de controlador lógico programable siemens s7-1200 y tecnologías de backend – frontend.

1.3.2. Objetivos específicos

Diseñar y ensamblar gabinete eléctrico portátil para la inspección de los equipos de coiled tubing y bombas de fluidos por medio de software CAD y componentes eléctricos.

Programar controlador lógico siemens s7-1200 con interfaz HMI simatic basic para la adquisición de datos por medio de instructivos de programación siemens.

Implementar comunicación entre controlador lógico siemens s7-1200 y servidor backend local para enviar los datos a la plataforma web por medio de websocket.

Diseñar y desarrollar plataforma web local que permita gestionar y visualizar los datos de adquisición mediante el uso de tecnologías web frontend.

2. Marco referencial

2.1. Reseña de la empresa

Nombre: Guacamaya Oil Services S.A.S

Visión: Guacamaya Oil Services S.A.S [2] será una empresa modelo, con los más altos estándares a nivel nacional, en la prestación de servicios para la industria del petróleo y el gas en la línea de estimulación a pozos, mediante la técnica de Coiled Tubing, Flushing, bombeos de químicos e inyección de nitrógeno. Contaremos con una infraestructura dinámica y moderna, que garantizará a nuestros clientes servicios con los más altos niveles tecnológicos, enmarcados en un sistema integral de gestión. Ser reconocidos por el estricto cumplimiento de los aspectos legales, respetando y conservando las áreas de influencia, de forma que generemos bienestar y desarrollo para todos los involucrados en la cadena productiva de nuestros servicios.

Misión: Nuestra misión está basada en los siguientes principios:

1. Realizar la prestación de todos nuestros servicios bajo los lineamientos de un Sistema Integral de Gestión de HSEQ (calidad, seguridad, salud ocupacional y medio ambiente).
2. Buscar el bienestar de nuestro personal y el de sus familias, el de nuestros asociados y el de la sociedad en general.
3. Lograr la satisfacción plena de nuestros clientes con relación a nuestros servicios, tratando de exceder siempre sus expectativas. [2]

Responsabilidad Social: Guacamaya Oil Services S.A.S., [2] contribuye activa y voluntariamente al mejoramiento de la sociedad y del medio ambiente, mediante diferentes actividades que consolidan su programa de Responsabilidad Social Empresarial. Entre sus acciones se destacan el fomento de trabajo para aquellas personas que estén bajo influencia de sus operaciones, incentivos para que sus trabajadores adquieran vivienda propia, minimización del impacto directo e indirecto de sus actividades en el medio ambiente y apoyo de proyectos de interés general para la comunidad.

Política Integral: Guacamaya Oil Services S.A.S. [2] empresa prestadora de servicios de tubería flexible (Coiled Tubing) para el sector de hidrocarburos. Servicios de bombeo, inyección de nitrógeno, cementación, fluidos de estimulación, suministro de químicos y herramientas de fondo, desarrolla sus actividades con transparencia y está comprometida con la satisfacción de las expectativas pactadas con sus clientes y partes interesadas, la identificación de los peligros, evaluación y valoración de los riesgos y determinación de los respectivos controles, la promoción de la calidad de vida laboral y el establecimiento de ambientes de trabajo saludables y seguros para el personal que está bajo su control, incluyendo sus empleados, proveedores, contratistas y/o visitantes, la protección del medio ambiente, la prevención de: accidentes de trabajo, lesiones a las personas, enfermedades laborales, contaminación e impacto socio-ambiental y daños a la propiedad.

2.2. Marco conceptual

Para el desarrollo del proyecto se integraron tecnologías de hardware y software, los conceptos que se presentan son los principales que permiten la ejecución y comprensión del sistema. A través del análisis de los sistemas eléctricos actuales en las unidades y la asesoría por

parte del personal fue posible tener una guía detallada acerca de las conexiones de los sensores facilitando el ensamble del gabinete eléctrico. Por otra parte, la empresa compartió información acerca de los manuales técnicos de cada sensor y la consultoría acerca de la programación de los sistemas de adquisición de datos fijos que se usan; dependiendo de la unidad sea bomba de fluidos o coiled tubing los sensores, alarmas y configuraciones son variables por lo que cada programación es diferente aumentando la complejidad del proyecto.

Coiled Tubing: El equipo de tubería flexible es un equipo de reacondicionamiento accionado hidráulicamente y hay dos tipos: montado en camión y montado en plataforma. Esto puede reemplazar el equipo de reacondicionamiento común y la plataforma de reacondicionamiento de cable de acero para completar algunas de las operaciones de reacondicionamiento, incluido el trabajo de terminación y cable, y son cada vez más utilizados en campos marinos. La tecnología de tubería flexible consiste en tubería flexible enrollada en un tambor que se puede retirar o bajar continuamente del pozo sin rosca de conexión. La tubería flexible está hecha de materiales de baja aleación y alta resistencia, que primero se enrolla en línea recta y luego se suelda [4].

PLC: Es un controlador lógico programable, es decir, un sistema computarizado que puede ser programado para controlar automáticamente la lógica de funcionamiento de máquinas, plantas y procesos. El PLC facilita la solución de problemas de automatización y control en las industrias. Es un dispositivo muy flexible y de gran capacidad de procesamiento que se puede adaptar a cualquier tipo de requerimiento, ayudando a mejorar los niveles de producción de una planta [5].

HMI: Una HMI es una interfaz hombre-máquina, por sus siglas en inglés Human-Machine Interfaz. Al aplicar estos dispositivos a un sistema automatizado a base de PLC se vuelve más versátil, ya que se pueden desplegar mensajes de alarma, cambiar valores preestablecidos, activar

señales de entrada, forzar señales de salida y hasta visualizar el proceso completo en un esquemático que muestre el funcionamiento de todo el sistema. Un operador de una máquina puede interactuar con la secuencia programada en el PLC mediante este visualizador [6].

Sensores: Los sensores son instrumentos que captan el valor de la variable de proceso y envían una señal de salida predeterminada. El sensor puede formar parte de otro instrumento (por ejemplo, un transmisor) o bien puede estar separado. También se denomina detector o elemento primario por estar en contacto con la variable, con lo que utiliza o absorbe energía del medio controlado para dar, al sistema de medición, una indicación en respuesta a la variación de la variable [7].

El Internet de las Cosas: El IoT (del inglés Internet of Things, IoT) es un término que se utiliza para describir el futuro de la tecnología, ya que este se extiende a objetos, sensores y dispositivos que la gente usa todos los días. La conectividad de estos dispositivos es la base para el desarrollo independiente de aplicaciones y servicios colaborativos. Debemos tener en cuenta que IoT representa el próximo avance de Internet, que supondrá un gran salto en su capacidad para recopilar, analizar y distribuir datos, así podremos transformarlos en información y conocimiento. Entonces podemos decir que IoT se ha vuelto extremadamente importante en la actualidad, combinando los mundos físicos, digitales y virtuales para crear un entorno inteligente [8].

Socket TCP/IP: Los sockets de TCP/IP proporcionan una forma fácil de conectar programas informáticos entre ellos que se añaden normalmente aplicaciones autónomas existentes. TCP/IP proporciona un mecanismo para transferir datos entre dos aplicaciones que pueden estar ejecutándose en sistemas distintos. La transferencia de los datos es bidireccional; siempre y cuando se mantenga la conexión TCP/IP y no se pierde ningún dato, se conserva la secuencia de los datos. Una conexión TCP/IP entre dos aplicaciones tiene un extremo de cliente y un extremo de servidor,

lo que significa que una aplicación actúa como servidor y la otra como cliente. Los términos cliente y servidor solo hacen referencia al mecanismo utilizado para establecer una conexión; no se refieren al patrón de intercambio de datos. Cuando se haya establecido la conexión, el cliente y el servidor podrán realizar las mismas operaciones y enviar y recibir datos [9].

Framework: “Es un entorno de trabajo o marco de trabajo definido como el conjunto estandarizado de conceptos, prácticas y criterios para enfocar un tipo de problemática particular que sirve como referencia, para enfrentar y resolver nuevos problemas de índole similar” [10].

Frontend: Son aquellas tecnologías que se utilizan en el lado cliente, se utilizan en los diferentes dispositivos utilizados para conectarse con el servidor a través de internet. Estas tecnologías y lenguajes de programación vienen implementados en los distintos navegadores web que existen, interpretadores de estos códigos. Las tecnologías más utilizadas en el frontend son HTML, CSS, JavaScript, jQuery, Ajax, BootStrap, React, Angular, etc. [11]

ReactJS: es una librería JavaScript de código abierto para el desarrollo de interfaces. Fue creada por Facebook con el fin de facilitar la creación de componentes interactivos y reutilizables para interfaces de usuario basándose funciones que toman las actualizaciones de estado y las traduce en una representación virtual de la página resultante. Además, detecta cambios de estado en la página realizando cambios en el DOM para reflejar la nueva página utilizando un concepto llamado DOM virtual que hace subárboles de nodos sobre la base de cambios de estado con el fin de mantener los datos actualizados [12].

Backend: Son aquellas que se utilizan en el lado servidor para realizar gestión de peticiones de información que llegan y para gestionar las bases de datos alojadas en los mismos. La información una vez tratada es devuelta al dispositivo para que sea visualizada en el dispositivo a

través de las tecnologías frontend. Las tecnologías más utilizadas en el backend son PHP, Java, .NET, Node JS, Python, MySQL, etc [11].

NodeJS: Es un runtime de JavaScript desarrollado sobre el motor V8 de JavaScript que se encuentra en los navegadores Chrome, el creador de NodeJS Ryan Dahl tenía en mente una herramienta para la creación de sitios web con capacidades de notificaciones push. Con NodeJS provee una herramienta para trabajar bajo un paradigma sin bloqueos y basado en eventos de entrada y salida (I/O) [13].

3. Método

3.1. Plan de trabajo

Tabla 1. *Plan de trabajo*

Objetivos específicos	Evaluación de objetivos	Actividades realizadas para consecución de dichos objetivos
En cada fila se ubican cada uno de los objetivos específicos.	Se especifica cómo se va a conseguir cada objetivo específico planteado, esto conducirá a cumplir el objetivo general.	Se indican las diferentes actividades realizadas para conseguir dicho objetivo específico.
1. objetivo específico: Diseñar y ensamblar gabinete eléctrico portátil para la inspección de los equipos de coiled tubing y bombas de fluidos por medio de software CAD y componentes eléctricos.	Software para el desarrollo de planos eléctricos e inspecciones a los sistemas de adquisición de datos implementados en las unidades. Solicitud de componentes y herramientas para el montaje del gabinete.	Planos eléctricos del gabinete. Elementos necesarios para el ensamblaje del gabinete. Adquisición de los componentes. Montaje del gabinete.
2. objetivo específico: Programar controlador lógico siemens s7-1200 con interfaz HMI simatic basic para	Analizar datasheet de los sensores e instructivos por parte del fabricante para la conexión al PLC.	Programación para adquisición de señales digitales y analógicas.

Objetivos específicos	Evaluación de objetivos	Actividades realizadas para consecución de dichos objetivos
la adquisición de datos por medio de instructivos de programación siemens. sensores.	Consultar requerimientos de la HMI y la aprobación de los diseños con referencia a los que existen en los equipos para su implementación.	Programación de HMI enlazando variables del PLC, campos para recibir datos de calibración e indicadores visuales de estado. Desarrollo y configuración de interfaz de alarmas.
3. objetivo específico: Implementar comunicación entre controlador lógico siemens s7-1200 y servidor backend local para enviar los datos a la plataforma web por medio de websocket. correcto de las mediciones de los sensores.	Investigar sobre protocolos de comunicaciones para enviar datos en tiempo real por medio de la web.	Implementación de websocket para la transmisión de datos del backend al frontend.
3. objetivo específico: Diseñar y desarrollar plataforma web local que permita gestionar y visualizar los datos de adquisición mediante el uso de tecnologías web frontend.	Información y documentación sobre las tecnologías web seleccionadas. Realizar inspecciones de funcionamiento en diferentes escenarios, controlados con sensores externos y en equipos.	Definir arquitectura del sistema, tecnologías y framework. Programación de servidor Backend local con conexión con controlador lógico programable y almacenamiento de datos en DB. Diseño y programación de plataforma frontend local. Testing de rendimiento y funcionamiento de la plataforma. Prueba del sistema en equipos de coiled tubing y bombas de fluidos.

3.2. Desarrollo plan de trabajo

El ingeniero mecatrónico practicante de la empresa Guacamaya Oil Services S.A.S, puede adquirir y poner en práctica sus conocimientos en áreas de mantenimiento industrial, instrumentación de unidades del sector petrolero, investigación e innovación mediante proyectos orientados a la mejora de los procesos facilitando el acceso a la información, contribuyendo a la seguridad e integrándose a un equipo de trabajo en donde desarrolla sus habilidades de trabajo aplicando los conocimientos adquiridos durante la carrera.

Por parte de la empresa fue asignado un director encargado de realizar seguimiento a lo largo del proyecto, entre sus funciones se encargaba de orientar, apoyar, enseñar, contribuir con retroalimentación, recursos y asesorías acerca de los requerimientos del proyecto. El encargado es el supervisor del departamento de electrónica de la empresa, Ingeniero electrónico Juan Pablo Gonzalez Barrero; inicialmente compartió un panorama completo acerca del proyecto que deseaban desarrollar, posteriormente mostró información acerca de las variables físicas y los sensores que permiten adquirirlas, finalmente hizo acompañamiento a lo largo del desarrollo, efectuando testing a los sistemas de hardware y software. El desarrollo del proyecto se dividió principalmente en dos partes: la primera se enfocó en la implementación y programación del sistema de adquisición de datos portátil y la segunda con respecto al software programando el servidor backend y el cliente frontend.

4. Resultados

4.1. Primera parte. Corresponde al desarrollo de los objetivos específicos 1 y 2

Desglosando la primera parte del proyecto consiste en la descripción de montaje del gabinete eléctrico, esquemas eléctricos, bloques de programación de PLC, diseño e implementación de interfaces HMI. El sistema de adquisición de datos portátil (ADATA) se compone de los siguientes elementos que fueron seleccionados con base a componentes electrónicos con altos estándares de confiabilidad, trabajo continuo y requerimientos por parte de la empresa Guacamaya Oil Services S.A.S. Los componentes fueron cotizados en varias tiendas de electrónica y automatización seleccionando el precio como un promedio de las diferentes cotizaciones; debido a que el sistema debe ser portátil se selecciona un gabinete liviano, que se le

pueda realizar adiciones de conexiones, es decir, fácil de realizar perforaciones y que además pueda trabajar en ambientes lluviosos, con alto ruido o polvo. La empresa Guacamaya Oil ServiceS S.A.S ha implementado los sistemas de adquisición de datos principalmente de los coild tubing a través de componentes de la marca siemens como PLC y HMI. En la tabla 2 se presenta todos los componentes que contiene el gabinete.

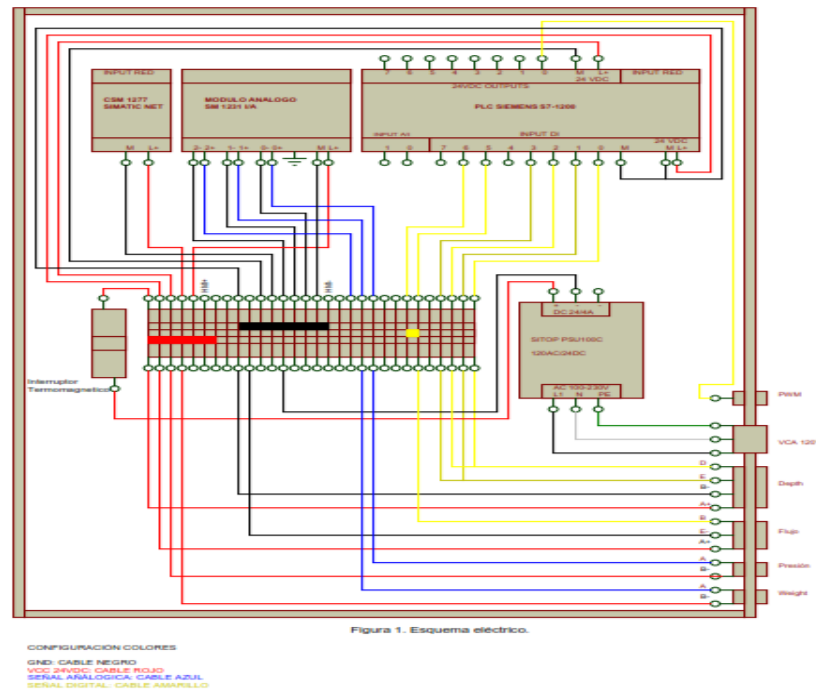
Tabla 2. Cotización de componentes

Sistema de adquisición de datos portátil - adata					
Componentes			Cotización		
Referencia	Descripción	Unidades	Wiautomation	Amazon	Total
6ES7214-1AG40-0XB0	SIMATIC S7-1200, CPU 1214C, compact CPU, DC/DC/DC, onboard I/O: 14 DI 24 V DC; 10 DO 24 V DC; 2 AI 0-10 V DC, Power supply: DC 20.4-28.8V DC, Program/data memory 100 KB	1	\$4.345.997,00	\$3.268.033,00	\$3.807.015,00
6ES72314HF320XB0	SIMATIC S7-1200, Analog input, SM 1231, 8 AI, +/-10 V, +/-5 V, +/-2.5 V, or 0-20 mA/4-20 mA, 12 bit+sign or (13 bit ADC)	1	\$1.906.917,00	\$2.181.597,00	\$2.044.257,00
6AV2123-2GB03-0AX0	SIMATIC HMI, KTP700 Basic, Basic Panel, Key/touch operation, 7" TFT display, 65536 colors, PROFINET interface, configurable from WinCC Basic V13/ STEP 7 Basic V13, contains open-source software, which is provided free of charge see enclosed CD Compact Switch Module CSM 1277 for connecting SIMATIC S7-1200 and up to 3 further nodes to Industrial Ethernet with 10/100 Mbit/s; unmanaged switch, 4 RJ45 ports, ext. 24 V DC power supply LED diagnostics.	1	\$2.971.243,00	\$2.879.709,00	\$2.925.476,00
6GK7277-1AA10-0AA0	Compact Switch Module CSM 1277 for connecting SIMATIC S7-1200 and up to 3 further nodes to Industrial Ethernet with 10/100 Mbit/s; unmanaged switch, 4 RJ45 ports, ext. 24 V DC power supply LED diagnostics.	1	\$1.130.846,00	-	\$1.130.846,00
6EP1333-3BA10	SITOP PSU200M 5 A stabilized power supply input: 120/230-500 V AC output: 24 V DC/5 A *Ex approval no longer Disponible en	1	\$1.241.713,00	\$1.392.960,00	\$1.317.336,50
PTB10-6PSW	Pasamuros amphenol industrial 6 contactos macho.	6	\$250.000,00	-	\$1.500.000,00
Cable	Cableado centelsa número 10 con longitud de 4 metros.	1	\$20.000,00	-	\$20.000,00
Clavija 110V macho	Clavija 110V macho.	1	\$10.000,00	-	\$10.000,00

Sistema de adquisición de datos portátil - adata					
Componentes			Cotización		
Referencia	Descripción	Unidades	Wiautomation	Amazon	Total
Cable 3x10 encauchetado	Cable 3x10 encauchetado con longitud de 1 metro.	1	\$15.000,00	-	\$15.000,00
M22-RJ45-SA	El M22-RJ45-SA es una interfaz pasamuro utilizada para conexión ethernet RJ45, IP65 cuando se cierra y IP20 cuando está conectada.	1	\$253.000,00	-	\$253.000,00
Gabinete Plastico	Gabinetes plásticos IP65 478X344X216 mm, cuerpo y tapa en polipropileno homopolimero con retardante a la llama UV.	1	\$432.000,00	-	\$432.000,00
Borna weidmuller	Borna gris de 2,5mm serie WDU 2.5, conexión mediante tornillo y apriete por mordaza. Instalación rápida y de uso para aplicación generales.	29	\$2.400,00	-	\$69.600,00
BKN 1P C4	Mini Interruptor LS - Termomagnético - Riel - 4 Amp - Monopolar - 1 polo - 440 VAC	1	\$14.000,00	-	\$14.000,00
Total:					\$13.538.530

Con base a la tabla 2 se llevó a cabo la cotización y compra de los componentes por un estimado de 13.500.00 de pesos, una vez se obtuvo los dispositivos se procede con la realización del esquemático eléctrico para el montaje. Los dispositivos adquiridos presentan condiciones adecuadas para desempeñarse en ambientes de alto estrés como altas temperaturas, largos periodos de tiempo de funcionamiento y cumplen con los estándares industriales para los sistemas de adquisición de datos que se implementan en este tipo de unidades que operan en el mantenimiento de pozos petroleros.

Figura 1. *Esquema eléctrico data portátil*



4.1.1. Implementación del esquemático y montaje

El esquemático desarrollado se adjunta en la figura 1, para la configuración se usó la documentación de cada uno de los sensores implementados, estos son: encoder, switch de proximidad, pin de carga y celda de peso. En términos generales, la alimentación del sistema de entrada es a 120 VAC y la salida a 24 VDC. Este proceso de regulación se realiza por medio del SITOP. Posteriormente, se realiza la conexión de las terminales positivo y negativo a las borneras de donde se realiza las conexiones para alimentar los sensores, el PLC, HMI y el módulo de entradas analógicas o el switch. A su vez, el gabinete cuenta con protección termomagnética de 4 A y un interruptor con indicador piloto de encendido o apagado.

En la figura 1 se aprecia una tabla en la parte inferior derecha en donde se especifica el código de colores del esquema eléctrico. La conexión de los sensores se lleva a cabo a través de un pasamuros amphenol de 6 pines. Las letras en cada pasamuros hacen referencia al estándar de

los pines indicados por el departamento de mantenimiento electrónico de la empresa para los sistemas de adquisición. Para el montaje del gabinete fue necesario el uso de herramientas de perforación, corte, destornilladores, pinzas, ponchadoras de canutillos y de cables de red.

Figura 2. *Gabinete eléctrico.*



4.1.2. Interfaz HMI

Para la visualización, monitoreo y control de los datos se utiliza una HMI Siemens KTP700 BASIC de 7 in. El entorno de programación del PLC y la HMI es a través del software propietario de la misma compañía, TIA PORTAL en su versión 14. En términos generales, el diseño y programación de las interfaces se divide en dos vistas, una vista correspondiente a los valores y parámetros de calibración, una segunda vista correspondiente a las alarmas sea por rangos de valores o máximos. En general, para los sensores análogos con lectura de intensidad en el rango de 4 mA a 20 mA como load pin y celda de peso, el diseño de la HMI se enfoca en que se pueda definir un rango de medida, un set en cero y la presentación de los valores de la variable física. Para los sensores digitales correspondientes al encoder y proximity switch la interfaz presenta la lectura del conteo y el valor de velocidad determinado por medio de la frecuencia, además cuenta con un input para introducir un offset o set en cero.

Para el control de la aceleración es necesario la generación de pwm a una frecuencia de 500 hz. La señal es enviada por uno de los conectores correspondiente a la aceleración por medio del can bus de los motores detroit serie 60; para el control es necesario variar el ancho de pulso de la señal desde la HMI. El proceso para generar y configurar la señal de PWM depende del controlador lógico, en el caso de los PLC siemens s7-1200 es necesario que sean DC/DC/DC, es decir, que su salida sea a transistor permitiendo el accionamiento a altas frecuencias por largos periodos de tiempo.

Figura 3. *Interfaz Home HMI*



Figura 4. *Interfaz weight HMI*

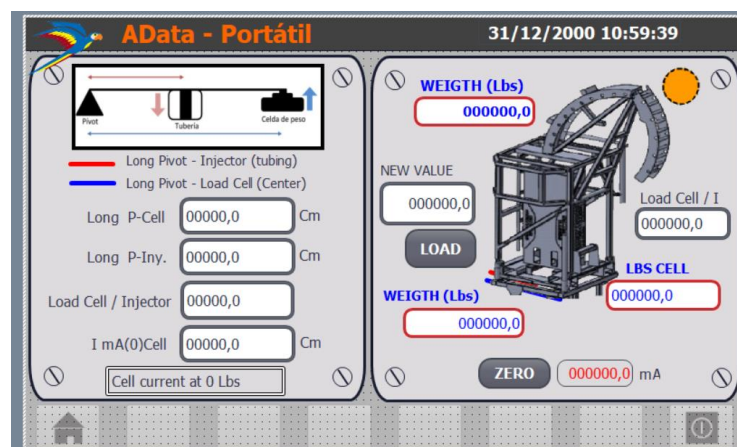


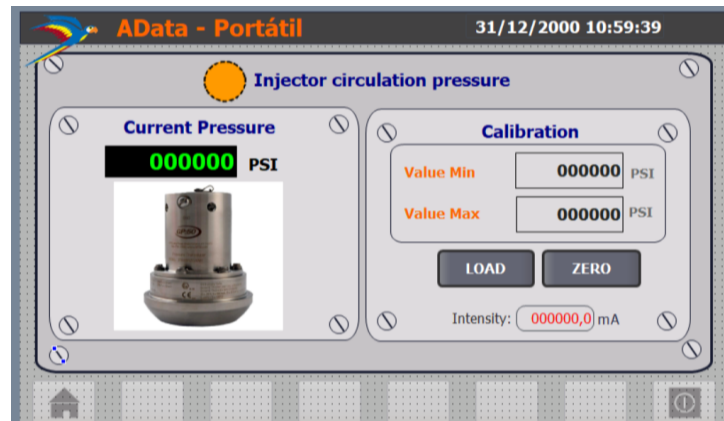
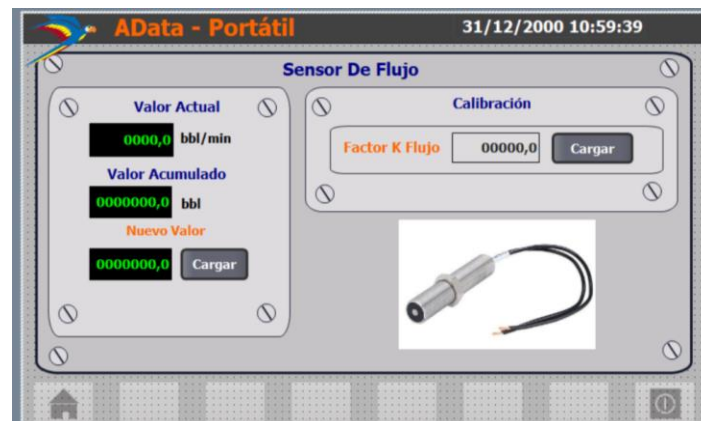
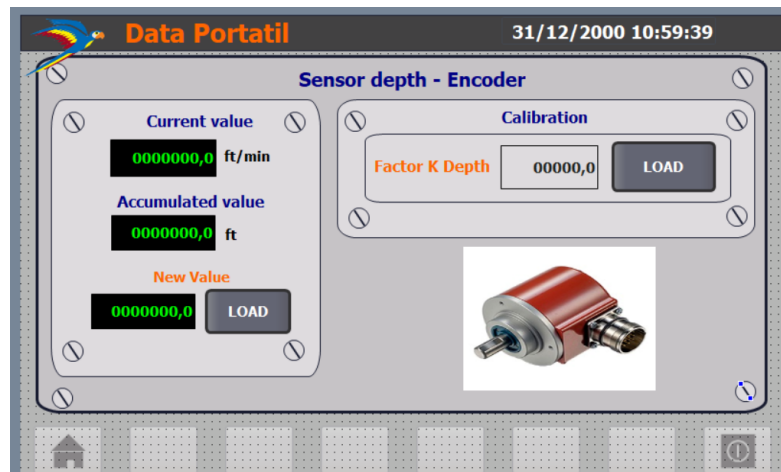
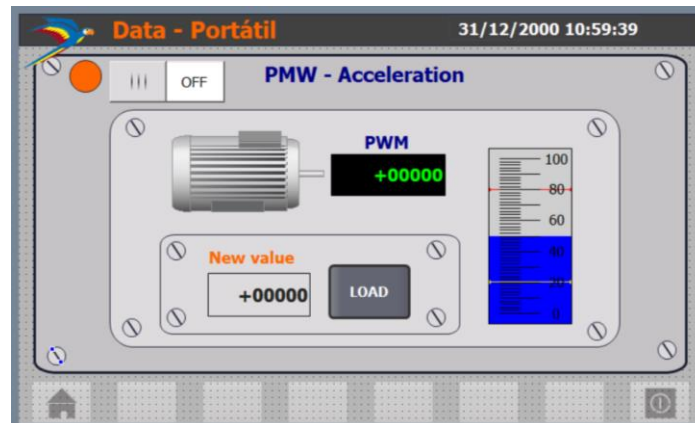
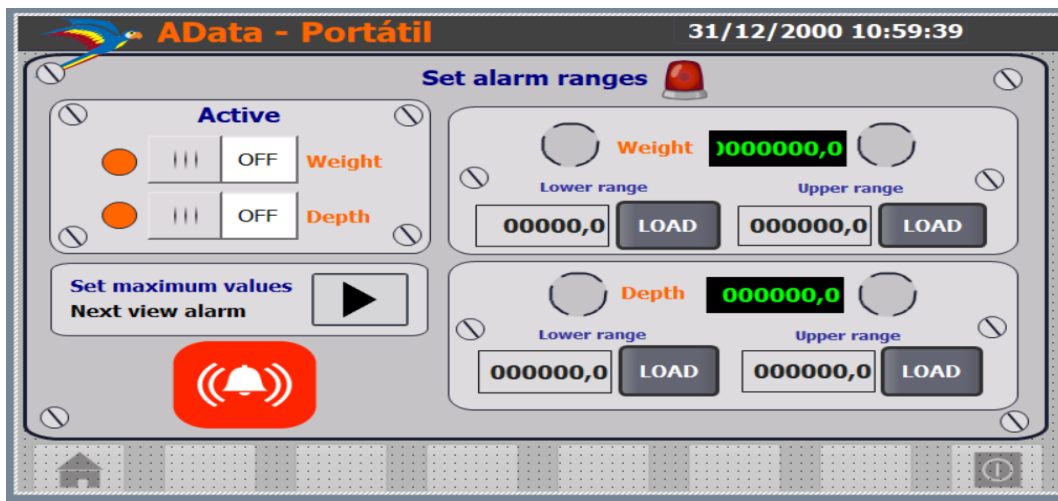
Figura 5. *Interfaz Presión HMI***Figura 6.** *Interfaz Flujo HMI***Figura 7.** *Interfaz de profundidad HMI*

Figura 8. *Interfaz de PWM*

4.1.3. Alarmas

En aplicaciones de coiled tubing y bombas de fluido se configuran principalmente dos tipos de alarmas, la primera hace referencia a los valores máximos y la segunda hace referencia a las variables de proceso que se encuentre dentro de un rango de valores. Con base a lo anterior, se desarrollaron dos interfaces correspondientes a cada tipo de alarma, globalmente las alarmas pueden ser activadas o desactivadas, cuentan con inputs para la recepción de valores y animaciones visuales como cambio de color o parpadeo en caso de que se active la alarma o se encuentre en el rango adecuado.

Figura 9. *Interfaz alarma máximos valores*

Figura 10. *Interfaz alarma rangos de valores*

4.1.4. Comunicación PLC – Backend

Para realizar la comunicación entre el PLC siemens s7-1200 y el computador en donde se aloja el servidor backend es necesario la conexión física entre los dispositivos por medio del cable de red ethernet; por este medio y haciendo uso de la comunicación abierta de usuario (OUC) basada en TCP/IP, se procede a enviar los datos adquiridos de los sensores a través de la implementación de las instrucciones y bloques de código (TCON, TSEND, TRCV y TDISCON).

La disposición de los datos se encuentra segmentada de la siguiente forma, cada dispositivo o sensor tiene un tipo de señal que puede ser analógica o digital, la variable del medio físico y los datos dependiendo de la configuración que se desglosa en: lectura, calibración, alarmas máximas y alarmas de rangos. Antes de enviar los datos es necesario realizar conversiones, los valores procesados se encuentran de tipo real y al momento de enviar el bloque de configuración TSEND espera datos del tipo string, por este motivo se procede a convertir los datos de real a string y posteriormente concatenar los diferentes datos para enviar un solo string con toda la información.

Tabla 3. *Datos de transferencia*

Data transfer				Position in	
Dispositivo - sensor	Signal	Variable	Setting	Data	string
LOAD PIN	ANALOG	Pressure	Sensor reading	Value	1
				Current	2
			Calibration	Minimum value	3
				Maximun value	4
				Active	5
			Maximun alarm	Maximun value	6
				Indicated value	7
SPARE LOAD PIN	ANALOG	Pressure	Sensor reading	Value	8
				Current	9
			Calibration	Minimum value	10
				Maximun value	11
PICK-UP PROXIMITY	DIGITAL	Flow	Sensor reading	Count	12
				Speed	13
			Calibration	Factor K	14
				Active	15
			Maximun alarm	Maximun barrels	16
				Indicated value	17
			Sensor reading	Count	18
				Speed	19
			Calibration	Factor K	20
ENCODER	DIGITAL	Depth		Active	21
			Maximun alarm	Maximun depth	22
				Indicated value	23
				Maximun value	24
			Range alarm	Minimum value	25
				Indicated value Min	26
CELL WEIGHT	ANALOG	WEIGHT	Sensor reading	Value	27
				Current	28
			Calibration	Long p-cell	29
				Long p-Injector	30
				Maximun value	31
			Range alarm	Minimum value	32
				Indicated value Min	33
PLC	DIGITAL	PWM	Reading	Value	34
				Active	35
TOTAL					35 DATOS

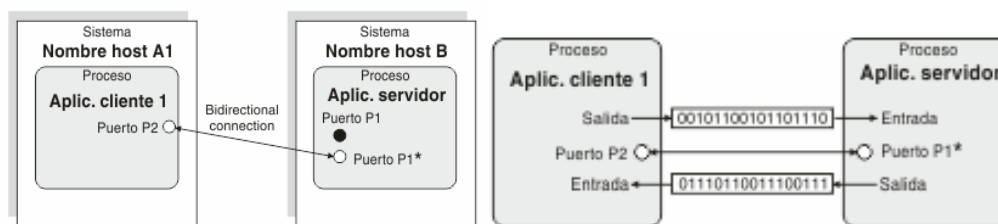
4.2. Segunda parte. Corresponde al desarrollo de los objetivos específicos 3 y 4

4.2.1. Backend

La segunda parte del proyecto consiste en la implementación del servidor backend y el cliente en el fronted. La implementación del backend fue realizada por medio de Node.js, este es

un entorno en tiempo de ejecución multiplataforma para la capa del servidor basado en JavaScript. Node.js es un entorno controlado por eventos diseñado para crear aplicaciones escalables, permitiéndote establecer y gestionar múltiples conexiones al mismo tiempo. Los datos que envía el PLC por medio del protocolo de comunicación TCP/IP son recibidos en el backend por medio del uso de sockets. Los sockets de TCP/IP proporcionan una forma fácil de conectar programas informáticos entre ellos. Además, TCP/IP proporciona un mecanismo para transferir datos entre dos aplicaciones que pueden estar ejecutándose en sistemas distintos de manera bidireccional.

Figura 11. Datos de transferencia



Tomado de los datos obtenidos por IBM [6].

Los datos que recibe el servidor del PLC corresponde a una cadena de valores, estos datos necesitan ser procesados en donde se organizan con base a la tabla de transferencia. Por otra parte, se realizan configuraciones en la estructura de los datos para generar un vector de objetos de tipo JSON que son los datos de transferencia al frontend. Los principales parámetros que se organizan o estructura en el objetos son el nombre del sensor, la lectura, calibración e indicaciones.

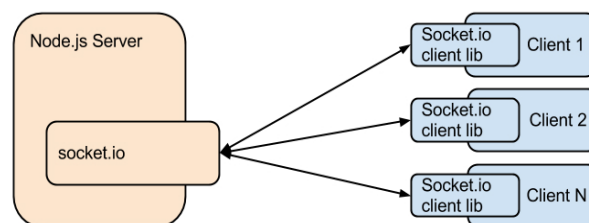
Entre las funciones del backend se encuentra efectuar la recepción de la información del PLC por medio del socket y gestionar la información de la plataforma. Una vez los datos son estructuradores se procede a guardarlos en la base de datos relacional MySQL, para este proceso es necesario el uso de una API Rest y el uso de un ORM llamado sequelize facilitando el proceso

de comunicación y gestión de la base de datos para almacenar la información por medio de la implementación de los métodos del protocolo HTTP. La arquitectura del backend es de tipo MVC (modelo, vista, controlador), permitiendo organizar la lógica de negocio de la aplicación y que de forma simple se puedan hacer modificaciones, actualizaciones y verificación de errores. El backend procesa todo el flujo de información que ingresa y gestiona las solicitudes desde el frontend para obtener datos de los usuarios y sensores. Para los datos de los usuarios y la seguridad de las contraseñas se utilizó Bcrypt, este es una función de hashing de passwords que realiza encriptación a los datos del usuario proporcionando un alto nivel de seguridad. Los datos de cada sensor son procesados para ser enviados al frontend como un archivo en formato csv para la descarga.

4.2.2. Comunicación Backend – Frontend

La comunicación entre el backend y el frontend se realiza por medio de websockets, en particular el paquete socket IO el cual es una biblioteca basada en eventos para aplicaciones web en tiempo real. Permite la comunicación bidireccional en tiempo real entre clientes y servidores web.

Figura 12. Datos de transferencia



Tomado de los datos obtenidos por IBM [6].

Cada vez que un dato ingresa al servidor a través del primer socket que comunica el PLC con el backend se ejecuta una serie de script, eventos y funciones para el manejo de datos e información del estado de la aplicación al frontend, por ejemplo, si hay conexión con el controlador o el estado de la base de datos, todo esto se realiza llamando a la instancia de socket IO para que emita los diferentes eventos al frontend. De este modo, cada vez que ingresa un dato al backend es enviado al frontend con una serie de eventos de estado.

4.2.3. Frontend

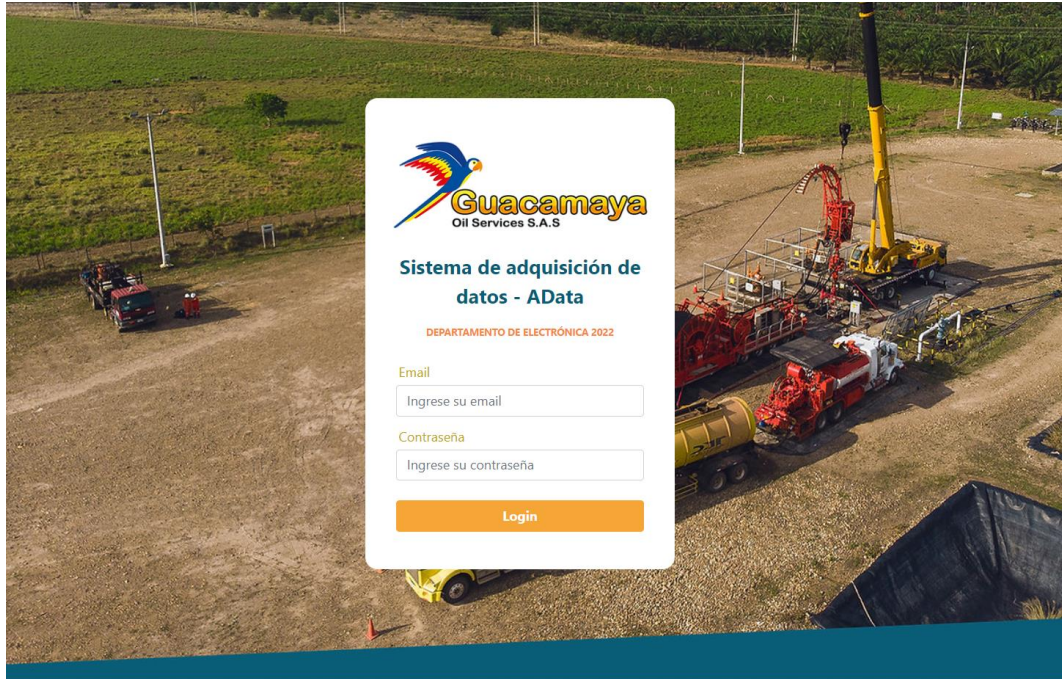
La selección de la tecnología para el desarrollo del frontend se realizó con base a los requerimientos de la plataforma, en particular:

- Gestión del estado de la aplicación con alto rendimiento.
- Presentación de datos con un delay menor a 3 segundos.

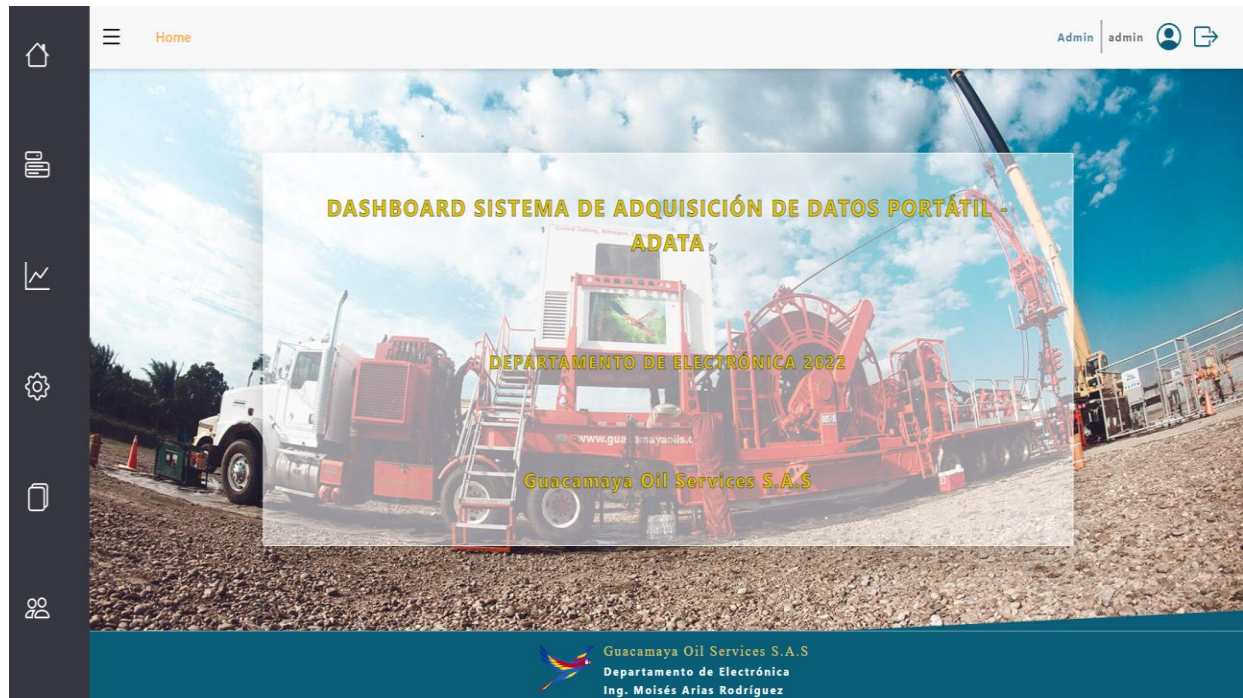
Con base a los requerimientos se selecciona un framework web que pueda realizar la recepción, gestión y presentación de los datos en tiempo real. Este framework es React JS, una vez se define la tecnología se procede al desarrollo de las interfaces de usuario que se definen como un conjunto de vistas que permiten la interacción con el usuario, al momento de programar la estructura y los estilos es necesario partir de un diseño, se recomienda que el diseño sea un prototipo igual o similar de lo que se pretende desarrollar para cada una de las vistas y resoluciones principales. Los diseños se desarrollaron por medio de Figma el cual es una herramienta de prototipado web y editor de gráficos vectorial, que a diferencia de las otras herramientas, se aloja en la web. Además, una de las características que tiene Figma es que, al estar basada en el navegador, puedes compartir el proyecto con tu equipo y hacer modificaciones en la misma mesa de trabajo.

La plataforma web cuenta en total con 7 vistas que dependiendo del rol del usuario pueden ser menos, si es administrador se habilitan las 7 o si es cliente solo 5. Estas son el login, home, control, gráficas, configuraciones, información y usuarios. La estructura del frontend independiente de la tecnología utilizada es fundamental porque permite la mantenibilidad de la aplicación y la escalabilidad. La estructura del frontend se implementa siguiendo la arquitectura clean architecture que tiene como objetivo la separación de dependencias y la arquitectura Flux propia de react para la gestión del comportamiento de la aplicación. Esta separación se logra dividiendo el software en capas. En general, se usan varias herramientas para el enrutador como react router, gestionar el estado con redux-toolkit, los servicios con axios, el control de formularios con formik y los estilos con css mediante el uso media query garantizando un diseño responsivo.

La vista inicial corresponde al login que consta de un formulario para que el usuario digite el correo electrónico y la contraseña para el inicio de sesión. El formulario cuenta con validaciones e indicaciones si la contraseña o el correo es incorrecto. A su vez, la información desde el frontend por medio de una API Rest es enviada al backend donde se verifica si la contraseña ingresada corresponde a la registrada en la base de datos, cabe destacar que las contraseñas se encuentran encriptadas y el backend devuelve una respuesta con los datos del usuario y un token generado por medio de JSON web tokens.

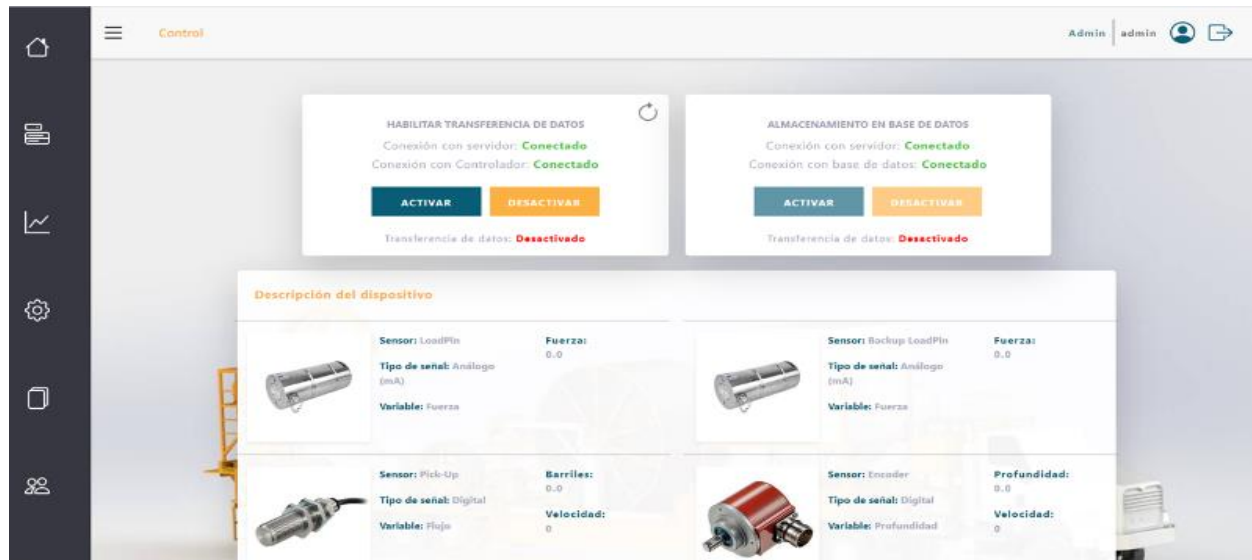
Figura 13. *Vista Login*

Una vez inicia sesión el sistema se direcciona a la vista Home, en general la plataforma web consta de una barra de navegación lateral y un navbar presentando el rol del usuario, el nombre y el botón para salir. En la vista principal se observa información acerca de la empresa.

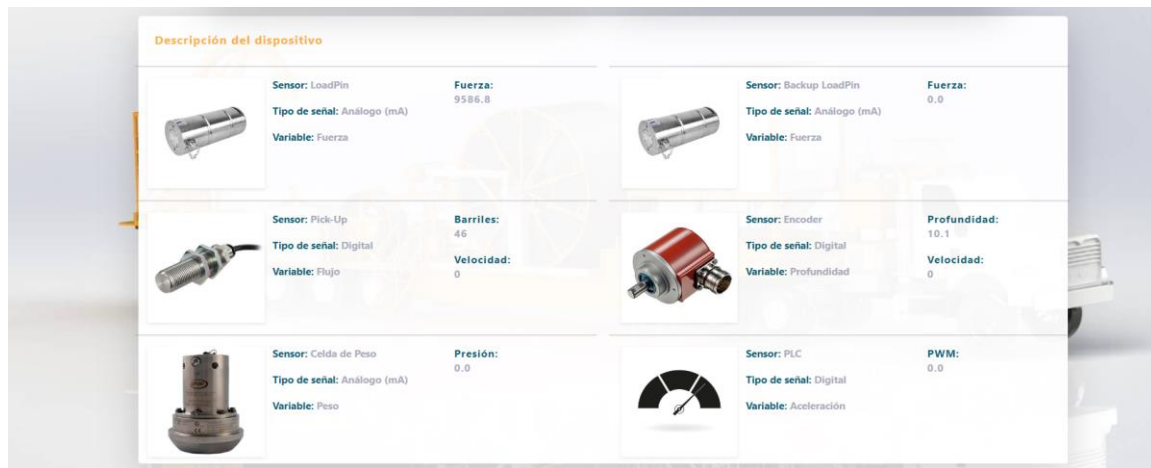
Figura 14. Vista Home

La siguiente vista corresponde a la de control, en esta vista se realiza la comunicación y transferencia de datos. Además, permite gestionar si los datos adquiridos de los sensores son almacenado; en esta vista se observan tres secciones, la primera sección en la zona superior derecha presenta indicadores sobre el estado de la conexión con el servidor, el controlador y si se encuentra habilitada la transferencia de datos.

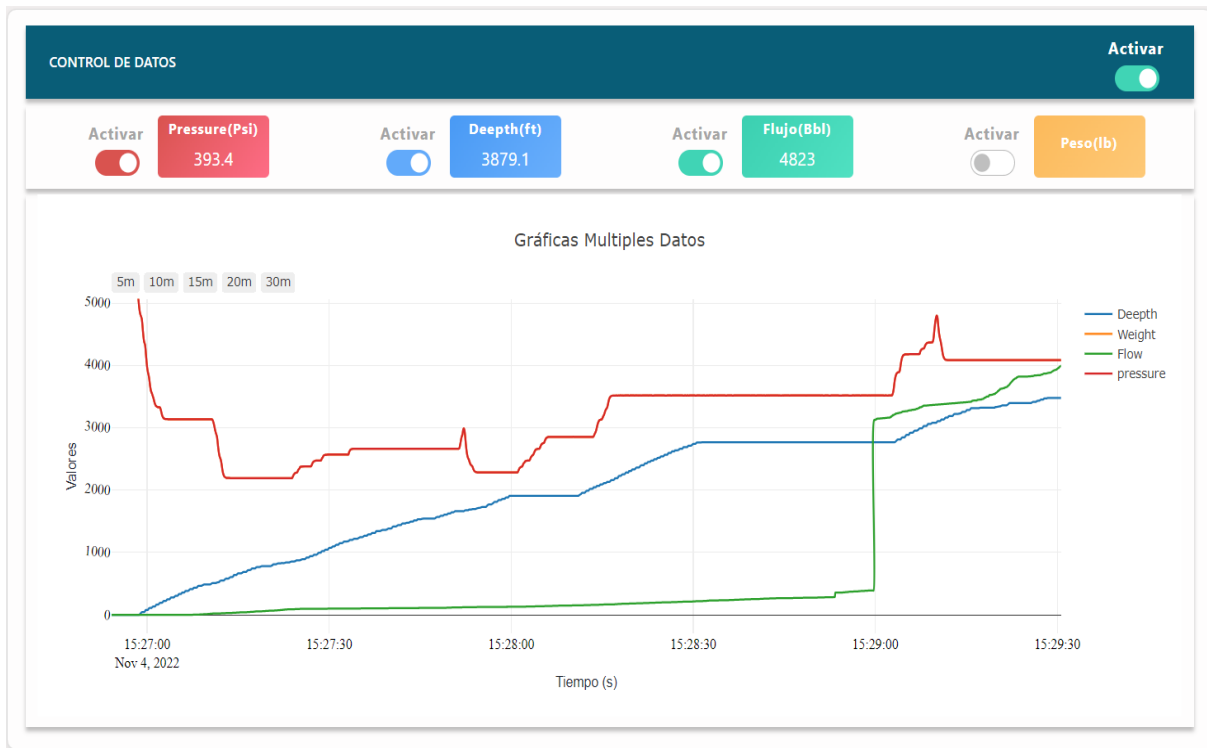
La segunda sección superior izquierda gestiona la base de datos, indica si hay conexión y si se encuentra habilitado el almacenamiento de los datos de los sensores.

Figura 15. Vista Control

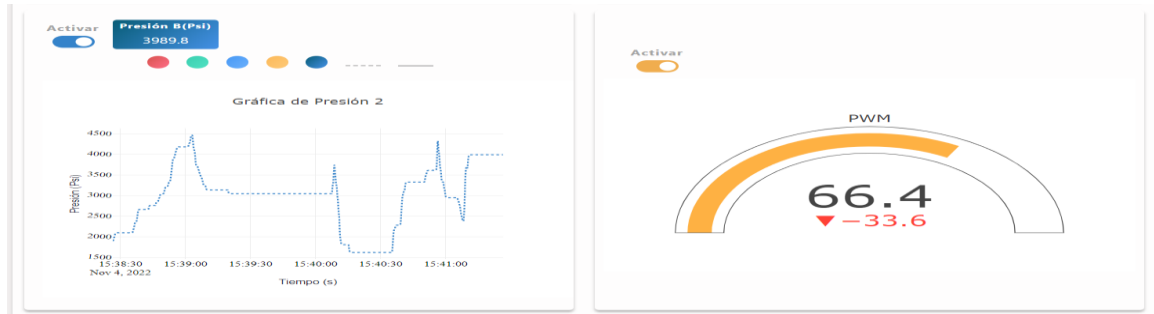
La tercera sección presenta imágenes de los sensores e información resumida del nombre del sensor, tipo de señal y la lectura de las principales variables. La vista control cuenta con protección, es decir, si no hay comunicación con el controlador los botones de activar o desactivar de la sección DB se encuentran deshabilitados, en caso de desconexión del controlador, base de datos o servidor, los sockets emiten eventos permitiendo saber el estado del backend y el dispositivos para informar al usuario.

Figura 16. Vista Control

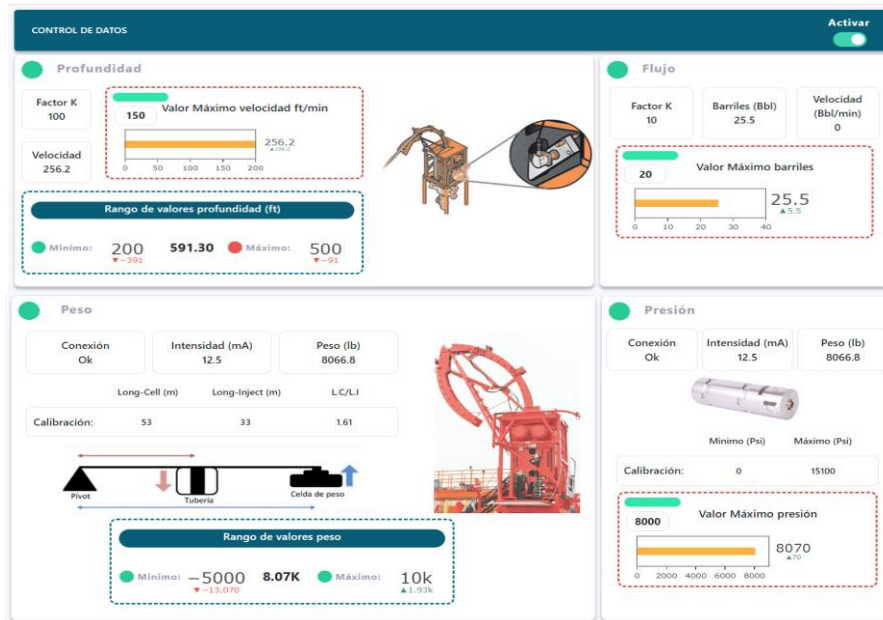
La siguiente vista presenta de forma gráfica los parámetros de lectura de los sensores, se puede apreciar una gráfica principal mostrando cuatro variables principales con opciones de ocultarlas, habilitar o deshabilitar la presentación de datos, rango automático, colores de identificación y un rango de lectura de 15 a 30 minutos. Cabe destacar, que los datos se presentan en la gráfica cada 100 milisegundos.

Figura 17. Vista gráfica 1

En la parte inferior, cada sensor cuenta con una gráfica propia que permite activar o desactivar la lectura de datos, cambiar el color, rango automático y el tipo de línea. Las gráficas fueron desarrolladas con un paquete llamado PlotlyJS construido sobre d3.js y stack.gl, es una biblioteca de gráficos abierta de tipo declarativa de alto nivel incluyendo más de 40 tipos de gráficos, incluidos gráficos 3D, gráficos estadísticos y mapas SVG.

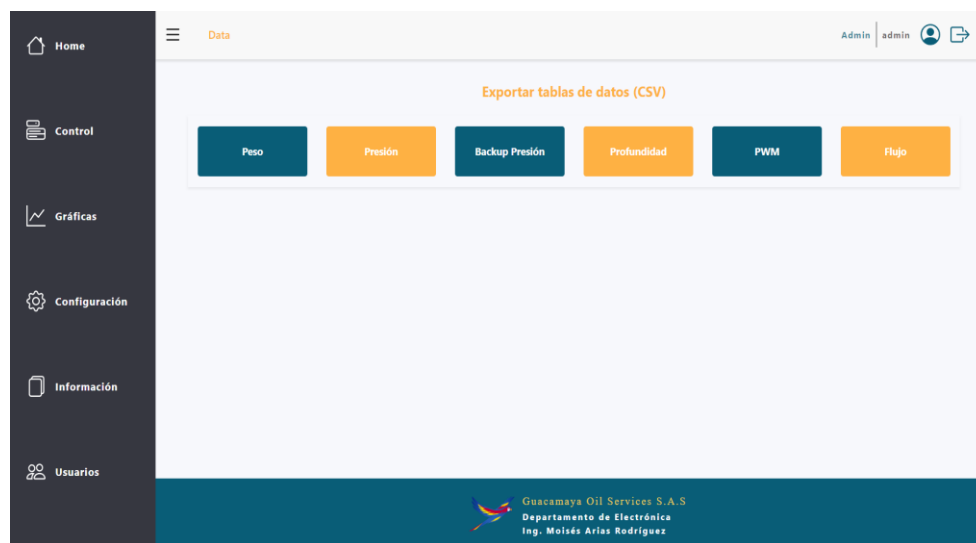
Figura 18. Vista gráfica 2

La vista configuración presenta los datos correspondientes a las alarmas, esta información corresponde a parámetros de calibración, valores máximos y mínimos e indicaciones con variaciones en los colores y el estilo del borde dependiendo si se ha accionado la alarma, desde el panel de control se activa o desactiva el flujo de datos de la vista. Esta vista solo es posible acceder si el rol del usuario es de tipo administrador.

Figura 19. Vista configuración

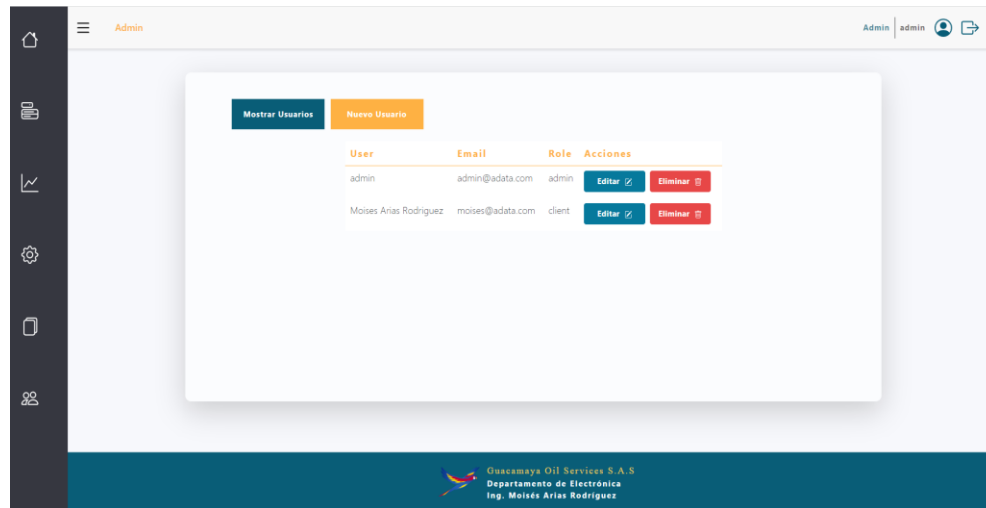
La vista información corresponde a una serie de opciones para descargar en formato csv los datos de cada sensor almacenados en la base de datos. Es posible descargar los datos del peso, presión, backup de presión, profundidad, pwm y flujo; la interfaz esta programada para indicar al usuario si hay conexión con la base de datos y presenta mensajes de alerta en caso de desconexión.

Figura 20. Vista información



La interfaz de usuario corresponde a una vista a la cual solo puede acceder el usuario con rol de administrador. Cuenta con dos botones que permiten visualizar la tabla de los usuarios registrados en la base de datos, esta información corresponde al nombre de usuario, email, rol y dos opciones que permiten editar la información o eliminar el usuario.

La siguiente opción corresponde a la de agregar un nuevo usuario presentando un formulario solicitando nuevos los datos.

Figura 21. Vista usuarios

Actualizar Usuario

Nombre de usuario

Email

Rol

[Actualizar](#)

Registrar Usuario

Nombre de usuario

Email

Contraseña

Rol

[Registrar](#)

5. Conclusiones

Este documento ha presentado el desarrollo del sistema de adquisición de datos y presentación en la plataforma web titulado ADATA. Se ha evidenciado que es posible gestionar los datos a través de un aplicativo web inicialmente de forma local con baja latencia y un rendimiento eficiente, además se corrobora el rendimiento de tecnologías de frontend y backend integrando dispositivos de hardware, impulsando la versatilidad de estos dispositivos en el área de la automatización industrial y la aplicación de sistemas IoT. El sistema ha facilitado las inspecciones de los equipos y la prueba de los sensores de forma rápida, además el desarrollo de

la práctica empresarial ha permitido aplicar las habilidades de investigación e innovación del estudiante al estar relacionado con los servicios en la industria de hidrocarburos, el mantenimiento de los equipos y desarrollo de proyectos sobre las unidades favoreciendo la integración del estudiante con escenarios reales laborales.

Con base a los objetivos específicos del proyecto se presenta una serie de conclusiones.

Se diseñó y ensambló el gabinete eléctrico con dimensiones reducidas (40x40 cm) permitiendo la portabilidad, además se realizó el esquema de conexiones y la documentación de los componentes contribuyendo a la empresa en el ensamblaje de nuevos gabinetes de forma rápida.

Sé implementó la programación del PLC y las interfaces HMI, se presentaron inconvenientes en la calibración de los sensores de peso y flujo, sin embargo, a partir de los manuales e indicaciones del supervisor se pudo realizar la conexión y programación. La comunicación entre el PLC y servidor fue desarrollada con base al entorno de backend (NodeJS) y el paquete de comunicación integrado de sockets, se presentaron inconvenientes en el proceso de reconexión y la gestión de eventos de error, se solucionó indagando en la documentación de la librería y el desarrollo de funciones asíncronas cíclicas para la reconexión. Con esto se ratifica que es posible transferir información entre dispositivos de hardware y software aplicados a sistemas en tiempo real.

El diseño y desarrollo de la plataforma web local se programó implementando un framework de frontend (ReactJS), estructurando un dashboard con diferentes vistas que permiten al usuario observar los datos de los sensores mediante indicadores, gráficas, observar configuraciones, almacenar, descargar los datos y gestionar dos tipos de usuarios. Inicialmente se planteó el proyecto con un delay de presentación de datos inferior a 3 segundos, actualmente el

controlador envía y se presentan los datos en el frontend cada 100 milisegundos con un rendimiento estable de forma local. Con base a lo anterior, se cerciorar que es posible implementar tecnologías web para sistemas industriales que requieren un rendimiento alto. Es de verificar el rendimiento de la plataforma en un servidor web, además del rendimiento de otros frameworks de frontend o backend.

Actualmente la plataforma web recibe los datos del PLC, en futuras versiones o trabajos se busca controlar las variables modificando los valores, por ejemplo, calibraciones o alarmas.

Para el uso de la aplicación de forma local sin conexión a internet se recomienda el despliegue en contenedores de docker, creando varios contenedores para cada servicio permitiendo la ejecución de forma rápida desde cualquier sistema. En la misma línea se busca desplegar en un servidor web posibilitando que desde internet pueda ser accedió para la gestión y control de datos similar a un sistema scada propio de la compañía.

Referencias

- [1] Farnell, *Informe de 2021 sobre las tendencias globales del IoT*, Avnet Company, 2021. [En línea]. Disponible en: <https://es.farnell.com/iot-trends-2021>. [Acceso: 30 septiembre 2022].
- [2] Guacamaya Oil Services S.A.S., *Nuestra compañía*, 2021. [En línea]. Disponible en: <https://www.guacamayaols.com/>. [Acceso: 12 septiembre 2022].
- [3] Q. Lazo, D. O y P. P, *Introduction to the special section in software architecture and to model Industrial Internet*, Computers and Electrical Engineering, vol. 58, pp. 241-243, 2017. Disponible en: <http://npl.csircentral.net/2757/>
- [4] H. Fang y M. Duan, *Offshore Operation Facilities Equipment and Procedures*, Estados Unidos: Elsevier , 2014.
- [5] Rockwell Automation, *Logix 5000 Controllers Import/Export Project Components. Programming Manual*, 2020. [En línea]. Disponible en: <https://bit.ly/3kkNRbL>. [Acceso: 2 octubre 2022].
- [6] IBM, *Transferencia de datos TCP/IP*, 2022. [En línea]. Disponible en: <https://ibm.co/3Xw500y>. [Acceso: 8 octubre 2022].
- [7] S. Soria, *Sistemas automáticos industriales de eventos discretos*, México: Alfaomega, 2013.
- [8] A. Creus, *Instrumentación industrial*, 8a ed., México: Alfaomega, 2010.
- [9] Y. Mercado, *Estado del arte sobre el internet de las cosas. Amenazas y vulnerabilidades de seguridad informática evidenciadas desde la domótica*, Tesis de especialización, Escuela de Ciencias Básicas, Ingeniería, Tecnología e Ingeniería, Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Bogotá, 2019. [En línea]. Disponible en: <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/28446>. [Acceso: 20 octubre 2022].

- [10] G. Martínez, *Metodología y Marco de trabajo: la gran duda existencial*, 2020. [En línea].
Disponible en: <https://bit.ly/3wa80E6>. [Acceso: 10 octubre 2022].
- [11] J. Ribas, *Tecnologías FrontEnd y BackEnd en el Desarrollo Web*, 2021. [En línea].
Disponible en: <https://bit.ly/3CWXPqi>. [Acceso: 12 octubre 2022].
- [12] React, *Pensando en React*, 2022. [En línea]. Disponible en: <https://bit.ly/3GPM8Tt>. [Acceso: 13 octubre 2022].
- [13] E. Cassingena, *Aprende Node.js y Express*, Free code camp, 2022. [En línea]. Disponible en: <https://bit.ly/3iHrzkd>. [Acceso: 14 octubre 2022].