

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA EN MECATRONICA



TEMA:

“SISTEMA DE ADQUISICIÓN DE DATOS DE UNA CALDERA A UN
SERVIDOR WEB EN UNA EMPRESA DE PRODUCTOS LÁCTEOS”

Trabajo de Grado previo a la obtención del título de Ingeniero en Mecatrónica.

AUTOR (A):

Shilton Santiago Jimenez Tito

DIRECTOR (A):

Ing. Cosme Damián Mejía Echeverría Msc.

Ibarra, 2023

CERTIFICADO

ACEPTACION DEL DIRECTOR

En mi calidad de director de Plan Trabajo de Grado, previo a la obtención del título de Ingeniería en Mecatrónica, nombrado por el Honorable Consejo Directivo de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas.

CERTIFICO

Que una vez analizado el plan de grado titulado es "SISTEMA DE ADQUISICIÓN DE DATOS DE UNA CALDERA A UN SERVIDOR WEB EN UNA EMPRESA DE PRODUCTOS LÁCTEOS", presentado por el señor Shilton Santiago Jimenez Tito con numero de cedula 1003943303, doy fe que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a presentación pública y evaluación por parte de los señores integrantes del jurado examinador que se designe.

En la ciudad de Ibarra, a los 24 días del mes de Octubre del 2023

Atentamente

Ing. Mejía Echeverría Cosme Damián Msc.

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'Mejía Echeverría Cosme Damián', written over the typed name.



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:	1003943303		
APELLIDOS Y NOMBRES:	JIMENEZ TITO SHILTON SANTIAGO		
DIRECCIÓN:	SAN ANTONIO DE IBARRA		
EMAIL:	ssjimenezt@utn.edu.ec		
TELÉFONO FIJO:	062-932-858	TELÉFONO MÓVIL:	0993244131

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	SISTEMA DE ADQUISICIÓN DE DATOS DE UNA CALDERA A UN SERVIDOR WEB EN UNA EMPRESA DE PRODUCTOS LÁCTEOS
AUTOR (ES):	JIMENEZ TITO SHILTON SANTIAGO
FECHA DE APROBACIÓN: DD/MM/AAAA	24/10/2023
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	INGENIERIA EN MECATRÓNICA
ASESOR /DIRECTOR:	ING. MEJÍA ECHEVERRÍA COSME DAMIAN MSC.

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 24 días del mes de Octubre de 2023

EL AUTOR:

(Firma).....
Nombre: Santiago Jiménez

AGRADECIMIENTO

A familiares y amigos, por el apoyo incondicional y el cariño sincero.

A profesores y compañeros de clases, que me acompañaron a lo largo de esta etapa de mi vida.

Al Ingeniero Cosme Mejía, por la paciencia y la ayuda como director de este proyecto de titulación.

A la Universidad Técnica del Norte por acogerme entre su alumnado y darme un segundo hogar.

DEDICATORIA

Este proyecto se lo dedico a mi abnegada madre Catalina Tito Andrade, por ser el pilar fundamental de mi vida, por el ejemplo, el amor, la confianza, pero sobre todo por el apoyo incondicional.

A mis tíos Oscar y Fernando, por ser mis principales guías y compañeros, por los consejos y ayuda para lograr mis objetivos.

A mi abuela Consuelito quien ha sido mi maestra de vida y ejemplo de superación personal.

A mi hermana Camila, que es mi motivo y mi luz en el camino.

Y a todos mis amigos y personas que con su intervención positiva han logrado mi formación personal.

RESUMEN

Teniendo en cuenta que en una empresa lo que prima es la eficiencia, tanto de la producción como de los trabajadores, se ha trabajado en el presente proyecto para ayudar en la eficiencia, seguridad y monitoreo en el funcionamiento de la caldera industrial perteneciente a la empresa FLORALP S.A.; donde se tiene diferentes máquinas industriales y se necesita un monitoreo de todas ellas, con esto en mente se buscó un medio de facilitar el acceso a los datos pertenecientes al funcionamiento de la caldera.

Para lo cual se implementó un sistema de comunicación entre el controlador de dicha caldera y un Controlador lógico programable (PLC), el cual cuenta con un servidor web, para adquisición de datos que nos ayuden a monitorear los distintos factores de trabajo de la caldera, para dicha conexión se utilizó el protocolo MODBUS.

En este proyecto se tomó en consideración variables indispensables como la distancia del cableado para comunicación, las velocidades de transmisión que se pueden manejar, los tipos de conexiones que se pueden emplear y los datos que se pueden adquirir; con los que se seleccionó los elementos, configuraciones y programaciones necesarias para que este proyecto funcione de manera adecuada respecto a lo que se requiere en la empresa.

Con el fin de que sea de fácil acceso y fácil interpretación se creó una interfaz visual dentro de un servidor web que maneja esta empresa, dentro del cual podemos monitorear dichos datos arrojados por la Caldera en su funcionamiento.

ABSTRACT

Taking into account that in a company what is most important is the efficiency of both production and workers, we have worked on this project to help in the efficiency, safety and monitoring in the operation of the industrial boiler belonging to the company FLORALP S.A.; where there are different industrial machines and monitoring of all of them is needed, with this in mind we sought a way to facilitate access to data pertaining to the operation of the boiler.

For which a communication system was implemented between the boiler controller and a Programmable Logic Controller (PLC), which has a web server, for data acquisition to help us monitor the various factors of work of the boiler, for this connection the MODBUS protocol was used.

In this project we took into consideration essential variables such as the distance of the wiring for communication, the transmission speeds that can be handled, the types of connections that can be used and the data that can be acquired; with which we selected the elements, configurations, and programming necessary for this project to work properly with respect to what is required in the company.

To make it easy to access and easy to interpret, a visual interface was created within a web server that manages this company, within which we can monitor the data thrown by the boiler in its operation.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN	6
ABSTRACT	7
INTRODUCCIÓN	10
PROBLEMA.....	10
OBJETIVOS	10
ALCANCE	11
JUSTIFICACIÓN.....	11
CAPÍTULO I	12
1. MARCO TEÓRICO	12
1.1. CALDERAS INDUSTRIALES.....	12
1.2. QUEMADORES.....	15
1.3. CONTROLADORES.....	16
1.3.1. PLC.....	18
1.4. SERVIDORES WEB	20
1.5. INDUSTRIA 4.0.....	20
CAPÍTULO II.....	22
2. MARCO METODOLÓGICO.....	22
2.1. Modelo de la investigación.....	22
2.2. Diseño de la investigación	22
2.2.1. Grupo 1: Caldera.....	22
2.2.2. Grupo 2: Conexión.....	23
2.2.3. Grupo 3: PLC	23
2.3. Objetivo de la investigación	24

2.4. Variables e indicadores	24
2.4.2. Conexión al PLC	24
• Tipo de entradas y salidas (controlador y PLC)	25
• Tipo de conexión	25
2.4.3. Servidor web	25
2.5. Metodología	25
2.6. Recopilación de datos	26
CAPÍTULO III.....	27
3. ANÁLISIS Y RESULTADOS	27
3.1. Introducción al capítulo	27
3.2. Implementos utilizados	27
3.2.1. Caldera	27
3.2.2. Comunicación	27
3.3. Procedimiento Realizado	28
3.4. Resultados Obtenidos	30
CAPÍTULO IV	38
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	38
Bibliografía.....	39
Anexos:	41

INTRODUCCIÓN

PROBLEMA

En la empresa fabricante de productos lácteos FLORALP S.A. existen varias máquinas y sistemas de donde se obtiene información de distintos procesos que maneja la empresa ya sea para análisis de riesgos, análisis de calidad, entre otros; donde estos datos son incorporados en un servidor web privado, y en el cual, mediante una interfaz visual se puede observar distintos datos de los procesos actuales.

Al tener varias máquinas se invierte mucho tiempo en analizar distintos datos que se arroja en una caldera de manera presencial, ya sea datos como presión, temperatura del agua, porcentaje de combustible, consumo de combustible, entre otros; se pueden adquirir esos datos por medio de un controlador incorporado a dicha caldera, pero no existe dicha conexión ni visualización de estos datos.

Por lo que conviene tener un acceso rápido a estos datos para analizar distintas situaciones que se pueden obtener y dar respuesta rápida en caso de algún tipo de fallo que interfiera con el trabajo normal de la caldera, sobre todo cuando se puede adquirir estos datos y trasladarlos a un sistema de mejor y más rápido acceso.

OBJETIVOS

Objetivo General

-Implementar un sistema de adquisición de datos de una caldera, hacia un servidor web para su visualización en tiempo real.

Objetivos Específicos

- Identificar las variables que intervienen en los procesos de la caldera
- Diseñar el sistema de adquisición de datos
- Implementar el sistema diseñado para el acceso a los datos adquiridos del PLC de la caldera.

-Validar el funcionamiento del sistema integrado en el servidor web de la empresa.

ALCANCE

El presente proyecto se enfoca en la creación de un sistema de adquisición de datos de un controlador integrado en una caldera, hacia un servidor web implementado en un PLC; para mostrarse en una interfaz visual, el cual está limitado al área de generación de la empresa FLORALP S.A., orientado principalmente a mejorar tanto el tiempo de vida de la máquina, como su correcto funcionamiento, para así evitar generar pérdidas; y facilitando mantenimiento de esta.

JUSTIFICACIÓN

En la empresa de productos lácteos FLORALP S.A. se tiene que revisar diferentes datos en ciertas máquinas que están activas a lo largo de toda la planta, una de las cuales es la caldera principal que trabaja para toda el área de producción; actualmente la empresa no cuenta con un acceso sencillo a los diferentes datos que arroja esta caldera, por lo que, se requiere un fácil acceso a los mismos, para un mejor monitoreo y prevención de posibles averías futuras.

Este sistema funciona mediante un controlador integrado tanto al quemador como a la caldera por lo que este tiene acceso a diferentes datos; ya sean datos de: presión, temperatura del agua, nivel de combustible, tiempo de trabajo, entre otros; a los cuales se podría tener un mejor acceso.

Mediante este proyecto se plantea realizar una conexión de tipo Maestro-esclavo con un PLC el cual tiene integrado un servidor web en el que ya se tiene funcionando una interfaz donde se puede observar datos de otras máquinas del área de producción de la empresa; entonces, el propósito principal es integrar una nueva interfaz con los datos para esta caldera ubicada en el área de generación de la empresa.

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO

1.1. CALDERAS INDUSTRIALES

Las calderas industriales son máquinas diseñadas para la generación de vapor a alta presión y/o temperatura para su uso en procesos industriales. Entre sus principales aplicaciones se encuentran la calefacción, la producción de energía eléctrica, la producción de alimentos, la industria química y la fabricación de productos farmacéuticos, entre otros. Su importancia se encuentra en que el vapor generado puede ser utilizado para realizar procesos que requieren calor o energía térmica [1].

Las calderas industriales se clasifican en diferentes tipos según su diseño y aplicación. Entre ellas se encuentran las calderas de tubos de agua, de tubos de fuego, de circulación forzada, entre otras. Cada tipo de caldera tiene sus propias características y aplicaciones específicas. Por ejemplo, las calderas de tubos de fuego son utilizadas en aplicaciones donde se requiere una alta producción de vapor, mientras que las calderas de tubos de agua se utilizan en aplicaciones de baja presión y temperatura. En la imagen No 1 se observa un ejemplo de una caldera industrial [1]:

Imagen 1

Calderas Industriales



Aunque las calderas industriales son equipos seguros y confiables, enfrentan varios desafíos que deben ser abordados para garantizar su eficiencia y seguridad. Entre estos desafíos se encuentran la eficiencia energética, la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, la prevención de fallas y accidentes, y la gestión adecuada de residuos y desechos [2].

Para abordar estos desafíos, se han desarrollado diversas tecnologías y normativas en los últimos años. Por ejemplo, la normativa europea “EcoDesign” establece requisitos mínimos de eficiencia energética para las calderas industriales. Además, se han desarrollado sistemas de monitoreo y diagnóstico de fallas para prevenir accidentes y mejorar el mantenimiento preventivo. También se han implementado tecnologías de captura y almacenamiento de carbono para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero [1].

El funcionamiento de las calderas industriales es relativamente sencillo: se alimenta la caldera con agua y combustible, y se genera vapor a alta presión y temperatura mediante la combustión del combustible. Este vapor se utiliza luego para producir energía eléctrica o para procesos industriales que requieren calor o energía [1].

Las calderas industriales están compuestas por varios componentes principales. Entre ellos se encuentran el hogar, donde se produce la combustión del combustible; el tubo de humos, que transporta los gases de combustión desde el hogar hacia la chimenea; y el tubo de agua, que transporta el agua desde la entrada hasta la salida de la caldera. También se encuentran otros componentes, como la válvula de seguridad, que evita el aumento excesivo de presión en la caldera, y el sistema de control, que regula el funcionamiento de la caldera; como se puede observar en la Imagen 2 [1].

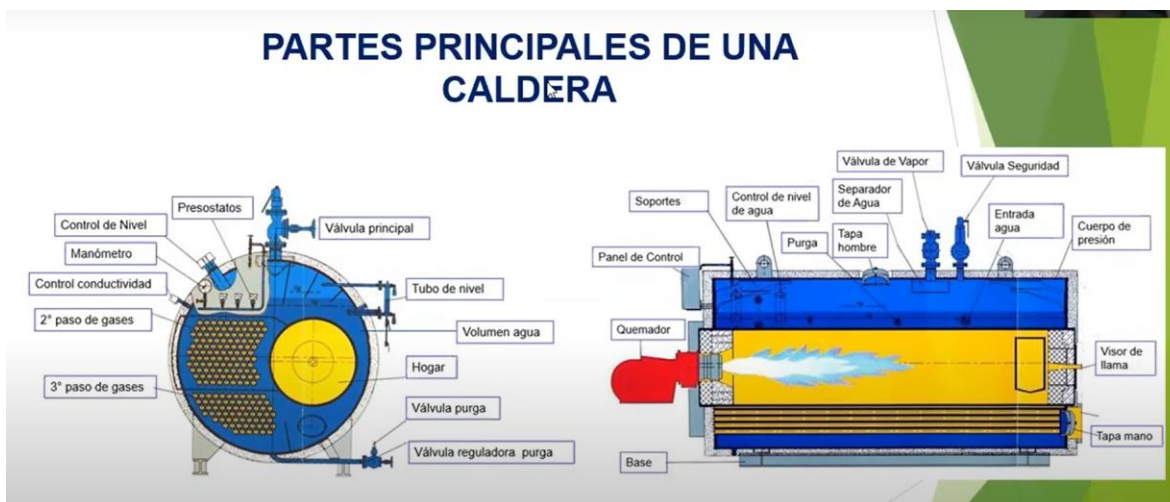
La importancia de las calderas industriales para la eficiencia energética radica en que su correcto funcionamiento permite maximizar la producción de vapor y, por lo tanto, la eficiencia de los procesos que lo utilizan. Además, las calderas pueden ser equipadas con sistemas de recuperación de calor para aprovechar la energía térmica generada por los gases de combustión. Esto permite mejorar aún más la eficiencia energética de las calderas y reducir el consumo de combustible [3].

Por otro lado, la seguridad industrial es un aspecto crítico en el funcionamiento de las calderas industriales. La falla de alguno de sus componentes o la falta de mantenimiento

adecuado pueden llevar a accidentes graves, como explosiones o incendios. Por lo tanto, es fundamental que las calderas industriales sean operadas y mantenidas por personal capacitado y que se realicen inspecciones periódicas para detectar posibles fallas o riesgos [2].

Imagen 2

Funcionamiento de una caldera



Nota: [4].

Las calderas industriales son equipos esenciales en la producción de vapor, calefacción y generación de energía en múltiples procesos industriales. Estas máquinas son capaces de generar grandes cantidades de vapor a alta presión y temperatura, lo que permite su uso en diversas aplicaciones [3].

Una de las principales aplicaciones de las calderas industriales es en la generación de energía eléctrica. Las centrales térmicas son un ejemplo de cómo se utilizan estas máquinas para generar vapor a alta presión y temperatura, que a su vez mueven turbinas que generan energía eléctrica. Además, las calderas también se utilizan en la producción de energía renovable a partir de la biomasa [3].

Otra aplicación importante de las calderas industriales es en procesos de fabricación de papel, donde se utilizan para la producción de vapor y calor necesario para la evaporación del agua y el secado del papel. También se utilizan en la industria alimentaria para la esterilización de alimentos y en la producción de bebidas [3].

1.2. QUEMADORES

Los quemadores industriales son elementos utilizados en la industria como los principales generadores de energía térmica, los cuales son utilizados en diversos procesos industriales tanto en la industria alimenticia como en procesos químicos. Estos dispositivos se encargan de transformar la energía química de un combustible en energía térmica, utilizada para elevar la temperatura de algún tipo de fluido, como agua, aceite u otro fluido, para generar calor o a su vez generar vapor [5].

Imagen 3

Quemador Industrial



Existen varios tipos de quemadores, los cuales son utilizados dependiendo del proceso que se vaya a realizar en la industria, tomando en consideración la eficiencia energética y los reglamentos ambientales. Entre los principales tipos de quemadores tenemos los siguientes:

Quemadores de Gas: Estos quemadores usan gas como combustible, ya sea gas GLP o gas natural. Debido a su eficacia, facilidad de uso y las bajas emisiones contaminantes, su uso es bastante frecuente; ya sea en calderas, hornos, secadores o generadores de aire caliente; debido a su alta versatilidad en la industria [6].

Quemadores de Petróleo: Estos quemadores usan líquidos derivados del petróleo como fuente de energía; líquidos como el Diesel y el aceite combustible son los más utilizados. Estos quemadores son utilizados principalmente cuando se requiere grandes cantidades de calor o altas temperaturas, aunque, estos quemadores tienen la desventaja de que tienen emisiones de gases contaminantes son bastante elevadas [6].

Quemadores de Biomasa: Estos quemadores de biomasa usan diferentes elementos orgánicos para la producción de calor, ya sea: residuos de madera, pallets de biomasa, cáscaras o rezagos de frutas, etc. Estos se utilizan principalmente para la generación de calor en bajas temperaturas y son utilizados básicamente en la industria alimentaria, o para producción de calor para hogares; la principal ventaja de estos quemadores es el apoyo que brinda a la reducción de emisiones contaminantes [6].

Quemadores de Oxígeno: Estos quemadores utilizan el oxígeno en estado puro para reemplazar al aire, con lo cual se mejora la combustión del combustible y la cantidad de emisiones se reducen de manera significativa. Este tipo de quemadores se utilizan principalmente en procesos que requieren una combustión limpia, como en la fabricación de vidrio, producción de cemento y metalurgia [6].

1.3. CONTROLADORES

En su definición más básica, un controlador es un dispositivo que regula el comportamiento de un sistema. Es decir, es un dispositivo que tiene la capacidad de detectar cambios en un sistema y, en función de esos cambios, tomar decisiones para mantener el sistema en un estado deseado. Los controladores se utilizan en una amplia variedad de aplicaciones, desde controlar la temperatura de una habitación hasta mantener la altitud de un avión [7].

Los controladores se han utilizado desde hace mucho tiempo en la automatización industrial. Los primeros controladores eran mecánicos y se basaban en principios como la

termostática y la hidráulica. Estos controladores fueron reemplazados posteriormente por controladores electrónicos, que se basaban en circuitos integrados y microcontroladores. En la actualidad, los controladores han evolucionado aún más y se han vuelto cada vez más complejos, utilizando algoritmos de control avanzados y técnicas de inteligencia artificial para tomar decisiones [7].

En la actualidad, existen varios tipos de controladores disponibles en el mercado. Los controladores PID (Proporcional-Integral-Derivativo) son los más comunes en la automatización industrial, mientras que los controladores de lógica programable (PLC, por sus siglas en inglés) se utilizan para controlar procesos industriales complejos. Otros tipos de controladores incluyen los controladores de movimiento, que se utilizan en la robótica y la automatización de la maquinaria, y los controladores de vuelo, que se utilizan en la aeronáutica [8].

La evolución de los controladores ha sido impulsada por la necesidad de mejorar la eficiencia y la precisión de los sistemas controlados. Los controladores modernos utilizan técnicas avanzadas de control y procesamiento de señales, lo que les permite tomar decisiones más precisas y en tiempo real. Además, los avances en la tecnología de los sensores y las redes de comunicación han permitido a los controladores monitorear y controlar sistemas en tiempo real desde cualquier lugar del mundo [9].

En la industria, los controladores se utilizan para controlar una amplia variedad de procesos, desde la temperatura y la humedad en una fábrica hasta la velocidad y el posicionamiento de una máquina. Los controladores permiten a las empresas mejorar la eficiencia y reducir los costos, ya que los procesos automatizados son más precisos y requieren menos intervención humana [10].

Uno de los beneficios más importantes de los controladores es su capacidad para mantener los procesos en un estado estable. Los controladores pueden detectar y corregir automáticamente los cambios en un sistema, lo que garantiza que el sistema siempre funcione de manera óptima. Además, los controladores pueden adaptarse a diferentes condiciones y requisitos de producción, lo que permite a las empresas ser más flexibles y responder rápidamente a los cambios en la demanda del mercado [10].

Un ejemplo de la aplicación de los controladores en la industria es en la fabricación de automóviles. En una planta de fabricación de automóviles, los controladores se utilizan para controlar la velocidad y el posicionamiento de los robots que ensamblan las piezas del automóvil. Los controladores también se utilizan para controlar la temperatura y la humedad en la planta de fabricación, lo que garantiza que las piezas se fabriquen en las condiciones adecuadas [10].

En su forma más básica, un controlador funciona mediante la comparación de una señal de entrada con un valor de referencia o "setpoint". Si la señal de entrada es menor o mayor que el valor de referencia, el controlador envía una señal de salida para ajustar la salida del sistema y acercarla al valor deseado. Esta acción de comparación y ajuste se repite continuamente para mantener el sistema en un estado estable [11].

Existen varios tipos de controladores, entre ellos los controladores de retroalimentación (o controladores PID), que utilizan la información de la señal de salida para ajustar la señal de entrada y mantener el sistema en un estado estable. Otro tipo de controladores son los controladores lógicos programables (PLC), que utilizan una serie de instrucciones programables para controlar el funcionamiento de un sistema. Estos controladores se utilizan ampliamente en la industria para automatizar procesos, como el control de una línea de producción o el monitoreo de una planta de energía [11].

La importancia de los controladores en la automatización de procesos es evidente en numerosas aplicaciones. Por ejemplo, en la industria alimentaria, los controladores se utilizan para mantener la temperatura y la humedad adecuadas en el proceso de producción, lo que garantiza la calidad y seguridad del producto. En la industria automotriz, los controladores se utilizan para controlar la velocidad y la posición de los robots de ensamblaje, lo que permite una producción eficiente y precisa [11].

1.3.1. PLC

Un controlador lógico programable más conocido por sus siglas en inglés PLC (Programmable Logic Controller), es una computadora utilizada en la ingeniería automática o automatización industrial, para automatizar procesos electromecánicos, electroneumáticos,

electrohidráulicos, tales como el control de la maquinaria de la fábrica en líneas de montaje u otros procesos de producción [2].

Imagen 4

PLC Panasonic FP7



Nota: [12]

Los PLC son utilizados en muchas industrias y máquinas. A diferencia de las computadoras de propósito general, el PLC está diseñado para múltiples señales de entrada y de salida, rangos de temperatura ampliados, inmunidad al ruido eléctrico y resistencia a la vibración y al impacto. Los programas para el control de funcionamiento de la máquina se suelen almacenar en baterías, copia de seguridad o en memorias no volátiles [4].

1.4. SERVIDORES WEB

Un servidor web o servidor HTTP es un programa informático que procesa una aplicación del lado del servidor, realizando conexiones bidireccionales o unidireccionales y síncronas o asíncronas con el cliente y generando o cediendo una respuesta en cualquier lenguaje o aplicación del lado del cliente. El código recibido por el cliente es renderizado por un navegador web. Para la transmisión de todos estos datos suele utilizarse algún protocolo. Generalmente se usa el protocolo HTTP para estas comunicaciones, perteneciente a la capa de aplicación del modelo OSI [13].

1.5. INDUSTRIA 4.0

Con la implementación actual de la industria 4.0 que implica la promesa de una nueva revolución que combina técnicas avanzadas de producción y operaciones con tecnologías inteligentes que se integrarán en las organizaciones, las personas y los activos; es necesario implementar maneras más eficientes en cada sistema, comenzando desde la adquisición de información de cada máquina que se utiliza en una empresa [14].

En Ecuador, la Industria 4.0 comenzó a tener más fuerza a partir del año 2018 con la presentación del Libro Blanco de la Sociedad de la Información y el Conocimiento por parte del Ministerio de Telecomunicaciones de Ecuador, con el objetivo “de dar a conocer la estrategia que ayudará al desarrollo de la sociedad y el conocimiento para impulsar el crecimiento económico, la equidad e inclusión y la eficiencia en la administración pública” [14].

La Industria 4.0 ha modificado por completo los sistemas de producción y fabricación de productos que se han implementado durante años. Con esto no solo cambia la forma de producir, sino también de trabajar. Sus principales ventajas son:

- Los procesos de producción tardan menos tiempo.
- Los niveles de calidad de los productos son mayores.
- Los costos de producción son menores.
- Menores desperdicios.

- Facilidad de control de recursos
- Mejora la competitividad en el mercado.
- Mayor seguridad en los procesos.
- Mejora el sistema de distribución y ventas de los productos [14].

La Industria 4.0 es la automatización de algunos procesos a través del empleo de ciertas tecnologías digitales para mejorar la producción a través de la interconexión de todos los sistemas de la industria que incluye a los propietarios, trabajadores, clientes y proveedores [14].

Para lograr conseguir esta integración es importante sacar el máximo provecho a las diversas tecnologías digitales, por ejemplo:

Internet industrial de las cosas (Industrial Internet of Things): su objetivo es interconectar todos los elementos que forman parte de la cadena de producción para controlarlos de manera más centralizada; de esta forma es fácil evitar que existan daños mientras se está produciendo. Algunos ejemplos más comunes son las alarmas, cámaras de seguridad y smart TV. [15]

Big Data: las nuevas tecnologías permiten que se pueda procesar, almacenar y analizar de forma masiva los datos que a futuro ayudan para la toma de decisiones. El Big Data se aplica en marketing y ventas, en telecomunicaciones o en política.

Inteligencia artificial: esta tecnología permite crear programas diseñados para realizar actividades que por lo general realizan las personas, así como analizar la información extraída del Big Data. Un claro ejemplo son los asistentes por voz, los smartphones o aplicaciones. [15]

Robótica: diseña máquinas que son capaces de realizar diferentes funciones de manera automatizada y que muchas veces permiten reemplazar a una persona. En la actualidad existen muchos robots que realizan funciones de mensajería y transporte de materiales o actividades domésticas.

CAPÍTULO II

2. MARCO METODOLÓGICO

2.1. Modelo de la investigación

En el presente trabajo de titulación se emplea una investigación aplicada, ya que se aplica conocimientos teóricos y prácticos previos para resolver el problema y desarrollar una solución práctica, también se realiza un análisis de campo, observando la distancia y obstáculos a ser valorados, estableciendo una conexión funcional a modo de maestro-esclavo entre el controlador del quemador de la caldera y el PLC instalado en el área de producción de la empresa de productos lácteos FLORALP S.A.

2.2. Diseño de la investigación

Se ha optado por realizar un diseño de investigación experimental, ya que se manipulará ciertas variables divididas en 3 grupos: Caldera, Conexión y PLC;

2.2.1. Grupo 1: Caldera

En este grupo se ha designado todo lo referente a: la caldera de marca “Powermeister”, el quemador marca y al controlador marca “weipshaut-siemens”; en el caso de este grupo se ha hecho el enfoque principalmente al controlador implementado en el quemador, ya que desde este se manipula casi en la totalidad el funcionamiento de la caldera. Dentro de este grupo se han realizado varias actividades señaladas a continuación:

Actividad 1: “Selección de puertos y conexiones” Se realizó una inspección de los puertos disponibles y los puertos utilizados, con el fin de establecer desde que puerto se realizará la comunicación.

Actividad 2: “Revisión del manual de conexiones del controlador” Después de la inspección de los puertos se realizó una revisión del manual de conexiones del controlador de donde se observó el tipo de conexión, serie y comunicación que se necesita.

Actividad 3: “Comprobación de conectividad y lectura de datos del controlador” posteriormente se realizaron pruebas de conexión y lectura de los parámetros MODBUS enviados por el controlador.

2.2.2. Grupo 2: Conexión

Este grupo está conformado por todo el sistema implementado para establecer la conexión entre el controlador y el PLC, en este se tomaron en consideración diferentes variables con lo que se llegó a la realización de las siguientes actividades:

Actividad 1: “Medición de la distancia entre el PLC y el controlador” Se realizó una medición de la distancia entre la ubicación del controlador y la ubicación del PLC con la finalidad de seleccionar el tipo de comunicación que se implementará.

Actividad 2: “Selección del tipo de comunicación a utilizarse” Una vez hecha la medición se procedió a hacer un estudio de los tipos de comunicación para seleccionar el más adecuado dependiendo de la distancia.

Actividad 3: “Solución de la conexión seleccionada” Al tener el tipo de comunicación más idóneo se implementó un pequeño modulo conversor de comunicación de RS-232 a RS-485, para solucionar la distancia requerida.

Actividad 4: “Conexión al PLC” Una vez realizados los pasos para establecer la conexión se conecta al PLC (FP7 Panasonic).

2.2.3. Grupo 3: PLC

En este grupo se encuentra lo referente a la conexión del PLC y la implementación en el servidor web implementado en la empresa FLORALP S.A. y de los cuales se realizó las siguientes actividades:

Actividad 1: “Conexión implementada” En este caso se diseña e implementa una conexión específica entre el controlador de la caldera y el PLC, con el fin de analizar su funcionamiento y analizar su eficacia.

Actividad 2: “Recepción de datos en el PLC” En esta actividad se analiza las lecturas recibidas en el PLC para posteriormente ser implementadas en el servidor web.

Actividad 3: “Lectura de parámetros” Una vez verificada la recepción de datos desde el controlador se selecciona los parámetros que se va a utilizar para ser mostrados en el servidor web.

Actividad 4: “Interfaz Gráfica” En esta actividad se comienza con el diseño de la interfaz visual a presentarse en el servidor web, donde se visualiza los diferentes parámetros de manera ordenada y de fácil entendimiento.

2.3. Objetivo de la investigación

El objetivo principal de la investigación es evaluar la viabilidad y el rendimiento de la implementación de un sistema Maestro-esclavo entre un controlador de una caldera hacia un PLC en el cual funciona un servidor web

2.4. Variables e indicadores

Entre las principales variables que podemos identificar en el presente proyecto, tanto en los datos que obtenemos de la caldera, la conexión realizada al PLC, y el sistema creado dentro del servidor web, son las siguientes:

2.4.1. Caldera

La caldera de la marca *Powermaster* funciona, tanto el tanque como el quemador, con un controlador integrado de marca *Siemens* de donde se pueden identificar un gran listado de variables y parámetros (Parámetros MODBUS) medibles entre los cuales se procede a trabajar principalmente con los siguientes:

- Presión
- Señal de la flama
- Tipo de combustible
- Temperatura del actuador del combustible

2.4.2. Conexión al PLC

La conexión en el sistema integrado se realizará desde el “área de generación” de la empresa hasta la entrada del área de producción de esta y destacamos las siguientes variables:

- **Distancia**

Para la medición de la distancia necesaria para la respectiva conexión se realizó desde el gabinete de la caldera hasta el gabinete donde se encuentra el PLC, tomando en cuenta las distancias de las canaletas ubicadas en el sector de generación y entrada de producción, en el cual se determinó que la distancia necesaria es aproximadamente 61m.

- **Tipo de entradas y salidas (controlador y PLC)**

Para esta variable se observa directamente en el controlador, donde se observó una línea de salida de tipo Ethernet pero al analizar las guías y manuales de usuario se observó que el tipo de conexión de esta salida es de tipo RS 232, mientras que en el PLC disponemos de varias entradas, para lo cual se utilizara una entrada de tipo RS 485.

- **Tipo de conexión**

Al tener tipos de conexiones diferentes entre el controlador y el PLC es necesario utilizar un convertidor de conexiones de tipo RS232 a RS485, para lo cual se implementará un convertidor de señales para aprovechar la distancia que brinda la conexión RS485.

2.4.3. Servidor web

Dentro del servidor web incluido en el PLC, integrado en los sistemas de producción de la empresa, se realizó una interfaz gráfica para observar los datos obtenidos y de donde obtenemos las siguientes variables:

- Programación
- Interfaz
- Software

2.5. Metodología

Para describir la metodología a utilizarse en este proyecto, se divide en diferentes partes las cuales son: controlador de la caldera, conexión con el PLC, programación y desarrollo del servidor web.

En cuanto al controlador de la caldera, se debe adquirir la información a partir de un puerto disponible, por lo cual, después de revisar las fichas técnicas, y manuales, lo necesario es preparar un cable con entrada RJ45 para ser conectado en el controlador cuyo extremo sea una salida de tipo RS232 con un conector DB9; una vez realizada la conexión con este cable se procederá a realizar las respectivas pruebas de comunicación, para saber si se está recibiendo datos del controlador, mediante un programa de monitoreo serial en una computadora.

Una vez se observe en el monitor que se están recibiendo datos desde el controlador, se continúa conectando el convertidor de señales ADAM-4520, para lo cual se necesita una fuente externa de 24V con la que se alimenta al convertidor, una vez conectado, se realiza una conexión tipo puente entre el GND de la entrada del DB9 y el GND de la alimentación para que no se pierda la señal.

2.6. Recopilación de datos

Para realizar la recopilación de datos es necesario revisar los parámetros establecidos en la ficha técnica del controlador, de los cuales se sacará las direcciones de los datos que requiere extraer para poder realizar las lecturas de la información (Anexo No 10)

CAPÍTULO III

3. ANÁLISIS Y RESULTADOS

3.1. Introducción al capítulo

En el presente capítulo se repasará los diferentes procedimientos, pruebas, elementos utilizados, y resultados obtenidos al aplicar el presente proyecto de pregrado; donde principalmente se estructurará explicando los procedimientos utilizados en cada área de aplicación, comenzando por el controlador de la caldera, para continuar con la conexión realizada y terminar con la comunicación con el PLC y su incorporación en el servidor web.

3.2. Implementos utilizados

Para el presente proyecto se han utilizado diferentes implementos y materiales para lograr la conexión entre el controlador de la caldera y el PLC, y los señalaremos tanto en la caldera, como en la comunicación.

3.2.1. Caldera

Los principales elementos que utilizamos y/o manipulamos en el área de la caldera fueron los siguientes:

- Controlador del quemador *WEIPSHAUT* de la marca *SIEMENS*.
- Cable con entrada tipo RJ-45 y salida tipo DB-9

3.2.2. Comunicación

Para lograr la comunicación entre el controlador y el controlador lógico programable (PLC) se utilizó los siguientes materiales:

- Transductor ADAM-4520
- 50 metros de cable de comunicación de dos hilos apantallado.
- PLC Panasonic FP7
- Computadora con el software FP Win Pro (Open Source)

3.3. Procedimiento Realizado

Para realizar el presente proyecto se comenzó analizando los elementos con los que ya contaba la empresa tales como la caldera y el PLC y se procedió a realizar lo siguiente:

En la caldera implementada en el área de generación de la empresa, se cuenta con un controlador del quemador de la marca *SIEMENS* de la serie *WEIPSHAUT* (Imagen 5) del cual tenemos una salida disponible con un puerto RJ-45 (Anexo No. 3) del cual después de analizar los manuales y guías de usuario se pudo observar que se tiene una salida de comunicación en protocolo de comunicación tipo RS-232.

Imagen 5

Controlador Weipshaut-Siemens



Teniendo en cuenta que la salida se encuentra desde un protocolo de comunicación RS-232 se tuvo que modificar un cable de comunicación de datos de tipo ETHERNET con entradas de tipo RJ-45, realizando una soldadura en uno de los extremos para adaptar una salida de tipo DB-9 para realizar esto se tomó en cuenta la guía de usuario (Anexo No. 3) para las conexiones a los respectivos pines de la salida.

Posteriormente se realizó una prueba de comunicaciones para asegurar que se reciben lecturas por parte del controlador, para lo cual se utilizó una computadora con un software para lecturas seriales llamado “Serial Port Monitor” (Anexo No. 2), en el cual se comprobó la conexión con varios tipos de paridades y varias velocidades de transmisión, para lo cual se logró establecer la conexión sin ninguna paridad (None) y con una velocidad de

transmisión de 9600 baudios; luego de comprobar las comunicaciones se continuó con las siguientes conexiones.

A partir de aquí se tomó en consideración la distancia que se utilizaría para la comunicación, por lo cual se procedió a realizar la medición de las distancias que se necesita que recorra el cable de datos, recorriendo las respectivas canaletas previamente implementadas en la empresa.

Debido a que se tiene una salida RS-232 cuya distancia máxima de comunicación es de 15 metros, y la distancia medida supera este valor, se optó por implementar un transductor que convierta las señales de RS-232 a RS-485, para lo cual, gracias a información que se obtuvo de los proveedores de la caldera acerca de la comunicación por medio de protocolo modbus, se decidió colocar el transductor ADAM-4520 (Anexo No. 1), que cumple con las especificaciones que se necesitan para la conexión; y para el cual se utiliza una fuente de voltaje que puede variar entre 10 y 30 VDC.

Para el funcionamiento del transductor se decidió implementar una fuente de voltaje directamente en el tablero de control de la caldera (Anexo No. 8) para mayor comodidad con las conexiones; posterior a eso se revisó el diagrama de conexiones del transductor (Anexo No. 4) con lo que se obtuvo la manera de conectar tanto las entradas como las salidas de datos, así como las de voltaje.

Una vez conectado el transductor conectamos un extremo del cable en el transductor, previamente pasado por todo el recorrido de las canaletas hasta el PLC, y el otro extremo a la entrada RS-485 del PLC, para posteriormente establecer la conexión de comunicaciones.

Para realizar la comprobación de la comunicación con el PLC se utilizó un bloque de la programación previa del PLC con el resto de las comunicaciones que tiene la planta de producción (Anexo No. 9), con lo cual se obtuvo una correcta compilación del programa y por ende una conexión exitosa de la comunicación entre maestro-esclavo entre el controlador y el PLC.

Luego de establecer la conexión, se realizó la programación en lenguaje Ladder y se incorporó al programa funcional de la planta de producción, para que trabaje en conjunto con las instalaciones previas (Anexo No. 12).

Por último se generó una interfaz visual dentro del servidor web del PLC para su muestreo en tiempo real y desde cualquier dispositivo con acceso a internet (Anexo No. 11).

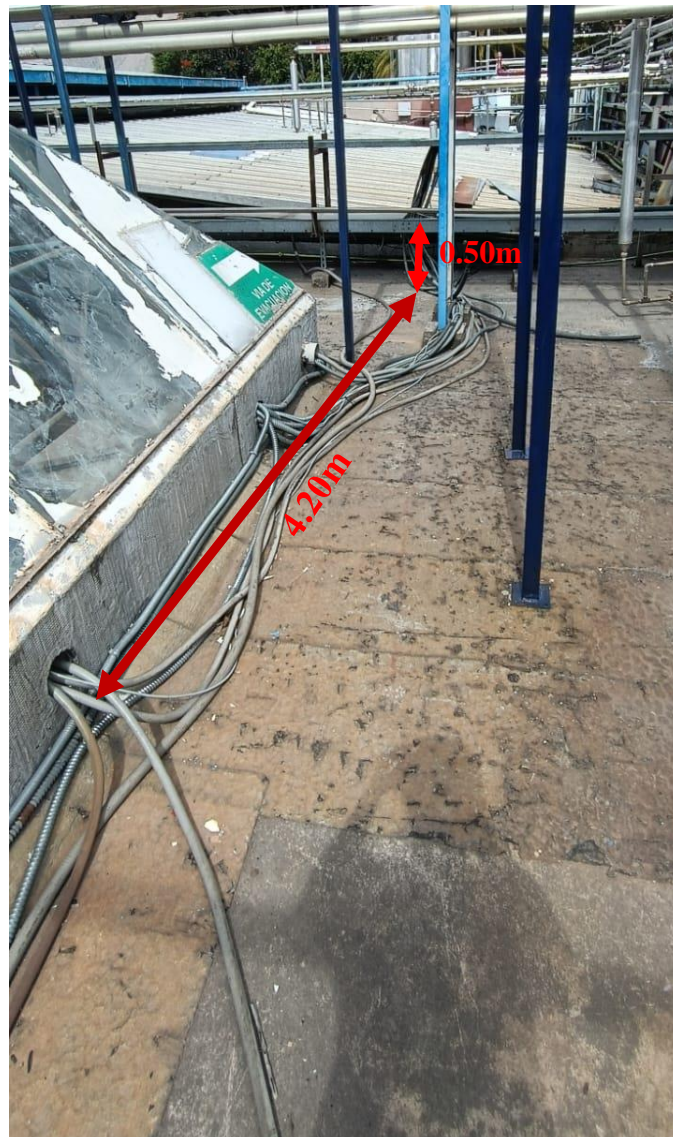
3.4. Resultados Obtenidos

- Para obtener la distancia que se necesita de cableado se realizaron medidas del recorrido que tendrá este, con lo cual se obtuvieron las siguientes medidas:

En el primer tramo se obtuvo dos medidas de 4.20m y de 0.50m (Imagen 6).

Imagen 6

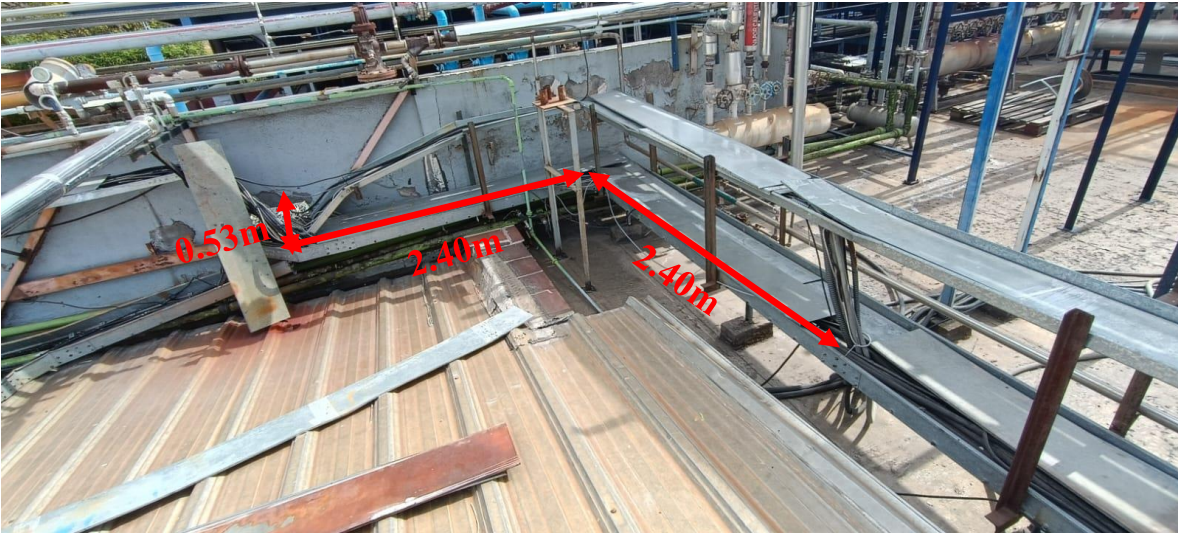
Primer tramo de medición



En el segundo tramo se obtuvo medidas de 2.40m, 2.40m y 0.53m (Imagen 7).

Imagen 7

Segundo tramo de medición.



En el tercer tramo se obtuvo una medida de 6.83m (Imagen 8).

Imagen 8

Tercer tramo de medición.



En el cuarto tramo se obtuvo dos medidas de 3.10m y 0.80m (Imagen 9).

Imagen 9

Cuarto tramo de medición.



En el quinto tramo se obtuvo una medida de 12.13m (Imagen 10).

Imagen 10

Quinto tramo de medición.



En el sexto tramo se obtuvo una medida de 2.30m (Imagen 11).

Imagen 11

Sexto tramo de medición.



En el séptimo tramo se obtuvo dos medidas de 5.57m y 2.35m (Imagen 12).

Imagen 12

Séptimo tramo de medición.



En el octavo y último tramo obtuvimos tres medidas de 1.37m, 0.70m y 2.60m (Imagen 13); en donde por la falta de canaletas se colocó tubo “Conduit” para que nos ayude con la interferencia térmica de la caldera.

Imagen 13

Octavo tramo de medición.



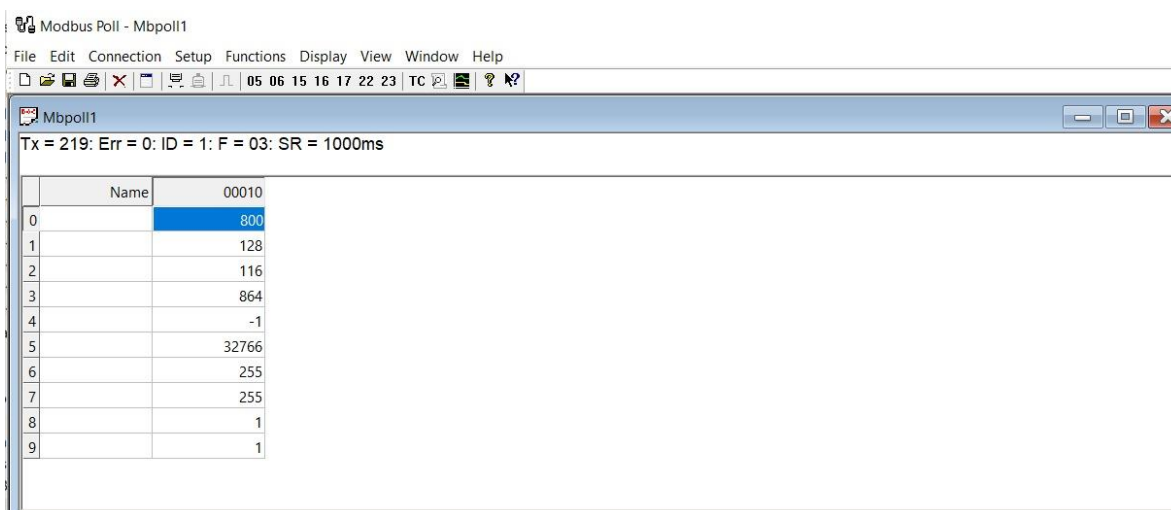
Después de realizar todas las mediciones se determinó que la distancia aproximada del cableado debe ser de 47.78 metros con lo cual se cubre toda la distancia de cableado entre el controlador de la caldera y el PLC.

- A lo largo de este proyecto de titulación se hicieron diferentes pruebas de conectividad, con las cuales se determinó los tipos de conexiones; para poder llegar al resultado deseado cada una de las pruebas exitosas se mostrarán como resultados obtenidos, con lo cual tenemos las siguientes:

Los resultados de la primera prueba de comunicación se realizaron con la ayuda de un programa llamado “*Modbus Poll*”, el cual se puede encontrar de manera gratuita, con el que, después de probar varias variantes de conectividad, se estableció la comunicación tomando en cuenta los parámetros mencionados anteriormente en el procedimiento (Imagen 14).

Imagen 14

Captura del programa Modbus Poll



The screenshot shows the Modbus Poll software interface. The title bar reads "Modbus Poll - Mbpoll1". The menu bar includes "File", "Edit", "Connection", "Setup", "Functions", "Display", "View", "Window", and "Help". The status bar shows "Tx = 219; Err = 0; ID = 1; F = 03; SR = 1000ms". The main window displays a table with the following data:

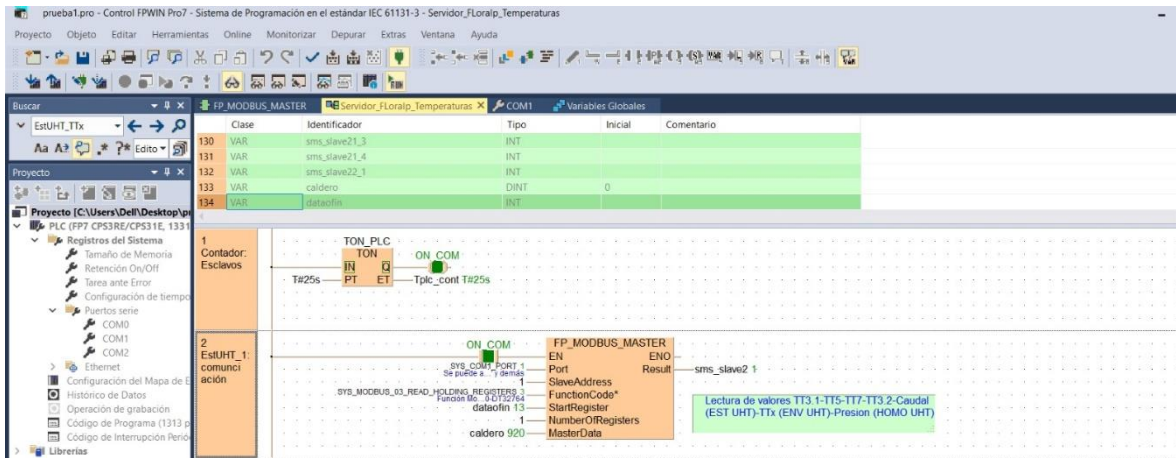
	Name	00010
0		800
1		128
2		116
3		864
4		-1
5		32766
6		255
7		255
8		1
9		1

- Los resultados de la segunda prueba de comunicación se obtuvieron comprobando la conexión utilizando el transductor instalado, poniendo en prueba la conversión de conexión de tipo RS 232 a RS 485.
- Los resultados de la tercera prueba de comunicación se realizaron después de colocar el cableado y con el fin de comprobar que la distancia de este no interfiera con la comunicación.

- Los resultados de la cuarta prueba se realizaron directamente desde el programa de nuestro PLC “FP Win 7 Pro” para asegurar que los datos de la comunicación se reciben de manera correcta (Imagen 15).

Imagen 15

Captura del programa FP Win 7 Pro



Después de haber realizado las cuatro pruebas de conexión entre el controlador y el PLC, se analizó el porcentaje de coincidencia entre los datos recibidos en cada prueba, con la finalidad de medir el porcentaje de éxito de la conexión, dichos datos recibidos se los implementó en una tabla para su correcta comparación (Tabla 1).

Tabla 1

Comparación de resultados de las distintas pruebas

Prueba No 1	actuador gas	actuador diésel	tipo de combustible	Presión (psi)	Señal de flama	Detalles
Conexión 1	93	0	0	128	1000	conexión directa al controlador conexión de tipo RS232
Conexión 2	93	0	0	128	1000	Conexión al transductor
Conexión 3	92	0	0	129	1000	Conexión con la distancia de cableado
Conexión 4	93	0	0	128	1000	Conexión directa al PLC
% de coincidencia	99.73%	100%	100%	99.41%	100%	porcentaje total de éxito 99.82%

Después de realizada la tabla de comparación se determinó un 0.18% de error entre las pruebas.

A continuación, se realizó las diferentes modificaciones dentro del programa en Ladder anteriormente instalado en el PLC asegurando que no existan errores de programación, ni interferencias en el mismo (Anexo No 12)

Por último, se realizó la interfaz visual dentro del servidor Web por medio del programa “Web Creator” de la empresa Panasonic, el cual es gratuito, pero funciona únicamente con una llave física la cual fue proporcionada por la empresa, en donde se aplicaron las direcciones para recibir las lecturas correspondientes, de lo cual se obtuvo como resultado el correcto funcionamiento e implementación del presente proyecto (Imagen 16).

Imagen 16



CAPÍTULO IV

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

- Se determinó las variables más importantes de las cuales se pueden obtener datos desde la caldera; las cuales se encuentran entre: información de funcionamiento, información de estado de la máquina, y los datos históricos tanto de variaciones en los estándares normales, alertas y fallos en los procesos.
- En el diseño de resultados se generó las configuraciones de comunicación y el tipo de conexión para que no exista interferencias, la velocidad de transmisión de datos compatible y el tipo de paridad adecuado; con lo cual se concluyó que la conexión no solo es posible si no que también es estable.
- Se desarrolló una Interfaz Humano-Maquina (HMI) en el cual se incluyó lecturas en tiempo real del funcionamiento de la caldera así como datos históricos de la misma, con el cual se facilitó el acceso al trabajo de la caldera.
- Se alcanzó un correcto funcionamiento de la interfaz gráfica dentro del servidor web, se maneja un margen de error del 0.18% entre los datos de comunicación entre la caldera y el PLC, con lo cual se concluye que la comunicación es la adecuada y optima.

4.2. RECOMENDACIONES

- Gracias a los datos que se pudo obtener como lecturas, se puede implementar un sistema de graficas para hacer predicciones de futuros mantenimientos o problemas con el funcionamiento.
- Como complemento de este proyecto gracias a las aplicaciones del servidor web se podría agregar un sistema de notificaciones de alertas por medio de correo electrónico o mensaje de texto.
- Teniendo el presente proyecto realizado, en un futuro se podría implementar la visualización de alertas o fallos en el funcionamiento del sistema.

Bibliografía

- 1] M. & F. A. Van den Broek, «Sustainable process design for industrial boilers.,» *Journal of Cleaner Production*, pp. 578-593, 2018.
- 2] Y. A. & B. M. A. Cengel, *Termodinámica*, Mexico: McGraw Hill Education., 2014.
- 3] V. Ganapathy, *Industrial Boilers and Heat Recovery Steam Generators: Design, Applications, and Calculations*, CRC Press., 2014.
- 4] E. Medina, «Youtube,» [En línea]. Available: <https://www.youtube.com/watch?v=oWHwcIPmiBM>.
- 5] M. L. e. al, «Development of a new energy-efficient industrial burner with low emissions,» *Journal of Cleaner Production*, 2021.
- 6] C. Baukal Jr., *Industrial Burners Handbook*, CRC Press, 2003.
- 7] R. B. R. Dorf, *Sistemas de control modernos*, Pearson, 2010 .
- 8] G. F. P. J. D. & E.-N. A. Franklin, *Feedback control of dynamic systems*, Prentice Hall, 2002.
- 9] K. Ogata, *Ingeniería de control moderna*, Buenos Aires: Pearson, 2010.
- 10] K. J. & M. R. M. Åström, *Feedback systems: An introduction for scientists and engineers.*, Princeton University Press, 2010.

G. F. P. J. D. & E.-N. A. Franklin, Feedback control of dynamic systems,
11] Pearson, 2014.

P. Industry, «panasonic industry,» Automation controls, [En línea].
12] Available:
[https://www3.panasonic.biz/ac/e/search_num/index.jsp?c=detail&part_no=AFP7C
PS31E&large_g_cd=2&medium_g_cd=21&small_g_cd=146&series_cd=2806.](https://www3.panasonic.biz/ac/e/search_num/index.jsp?c=detail&part_no=AFP7CPS31E&large_g_cd=2&medium_g_cd=21&small_g_cd=146&series_cd=2806)

«w3.org,» 2008. [En línea]. Available:
13] [https://www.w3.org/TR/html4/interact/forms.html#h-17.13.4.2.](https://www.w3.org/TR/html4/interact/forms.html#h-17.13.4.2)

B. S. Mark Cotteller, «Forces of change: Industry 4.0,» *Deloitte Insights*, p.
14] 4, 2020.

«Unir,» La Universidad en internet, 14 octubre 2021. [En línea]. Available:
15] [https://ecuador.unir.net/actualidad-unir/industria-4-0/.](https://ecuador.unir.net/actualidad-unir/industria-4-0/)

«Machine-information-systems.com,» 2007. [En línea]. Available:
16] [http://www.machine-information-systems.com/PLC.html.](http://www.machine-information-systems.com/PLC.html)

[En línea]. Available:
17] [https://www.ingenieriaquimicareviews.com/2021/11/que-son-las-calderas-
industriales.html.](https://www.ingenieriaquimicareviews.com/2021/11/que-son-las-calderas-industriales.html)

G. F. P. J. D. & E.-N. A. Franklin, Feedback control of dynamic systems.,
18] Pearson, 2014.

Anexos:

Anexo No.1: Transductor ADAM-4520



Anexo No. 2: Captura Serial Port Monitor

Terminal view

```
.EH.....7..B.....h.....  
.EH.....7..B.....h.....  
.EH.....7..B.....h.....  
.EH.....7..B.....h.....  
.EH.....7..B.....h.....  
.EH.....7..B.....h.....  
.EH.....7..B.....h.....  
.EH.....7..B.....h.....  
.EH.....7..B.....h.....
```

Dump view

```
[30/01/2017 18:04:10] Written data (COM2)  
01 03 00 00 00 0a c5 cd .....EH  
[30/01/2017 18:04:11] Read data (COM2)  
01 03 14 00 2c 00 00 00 37 00 00 00 42 00 00 00 .....7...B...  
00 00 00 00 00 00 00 12 9e .....h
```

Table view

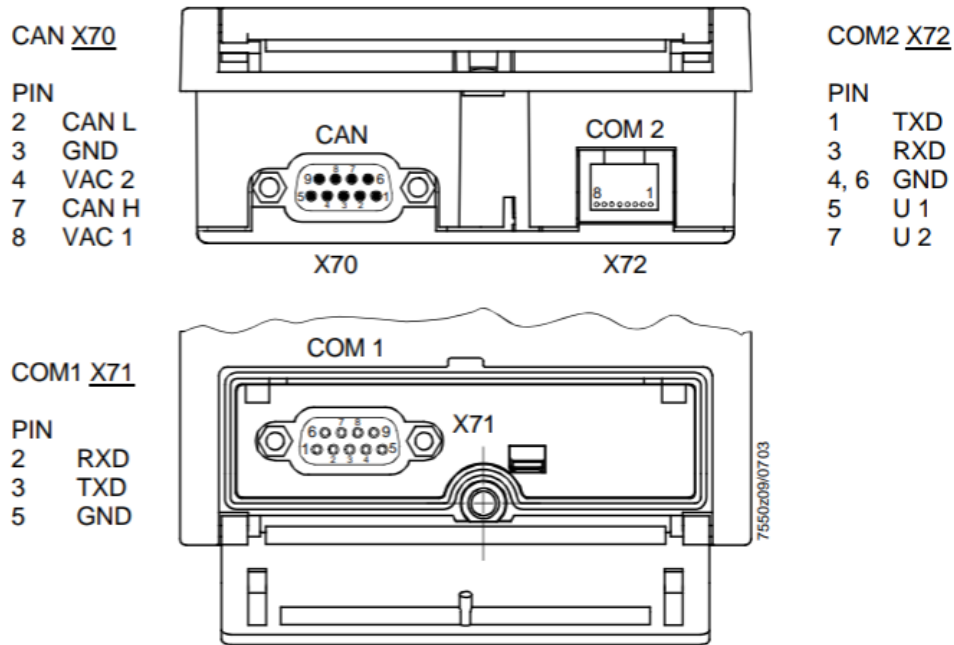
#	Time	Function	Direct...	Status	Data	Data
326	30/01/2017 18:04:11	IRP_MJ_READ	DOWN			
327	30/01/2017 18:04:11	IRP_MJ_READ	UP	STATUS_SUCCESS	01 03 14 00 2c	...
328	30/01/2017 18:04:11	IRP_MJ_READ	DOWN			
329	30/01/2017 18:04:11	IRP_MJ_READ	UP	STATUS_SUCCESS	00 00 00 37 00	...7...

Send dialog

Port: COM2 Baudrate: 9600 Databits: 8
Parity: No parity Flow control: None Stopbits: 1 stop bit
Send file Loop this command sending every 1000 ms

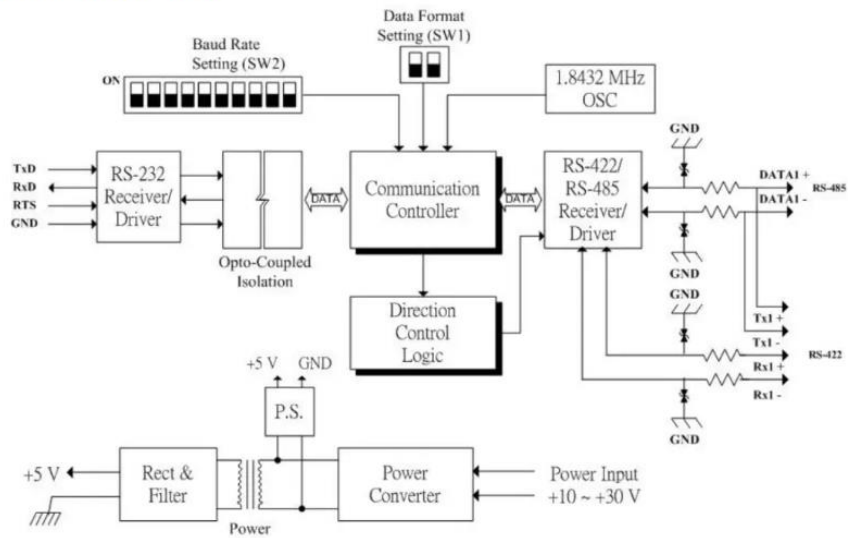
For help press F1 IRP: 165 Read: 825 Written: 264 U-U-U-U RTS CTS DSR DCD

Anexo No. 3: Captura Guía de usuario (Siemens unit display AZL)



Anexo No. 4: Diagrama de conexiones Transductor ADAM-4520

Convertidor ADAM-4520



Anexo No. 5 Canaletas



Anexo No. 6 Canaletas



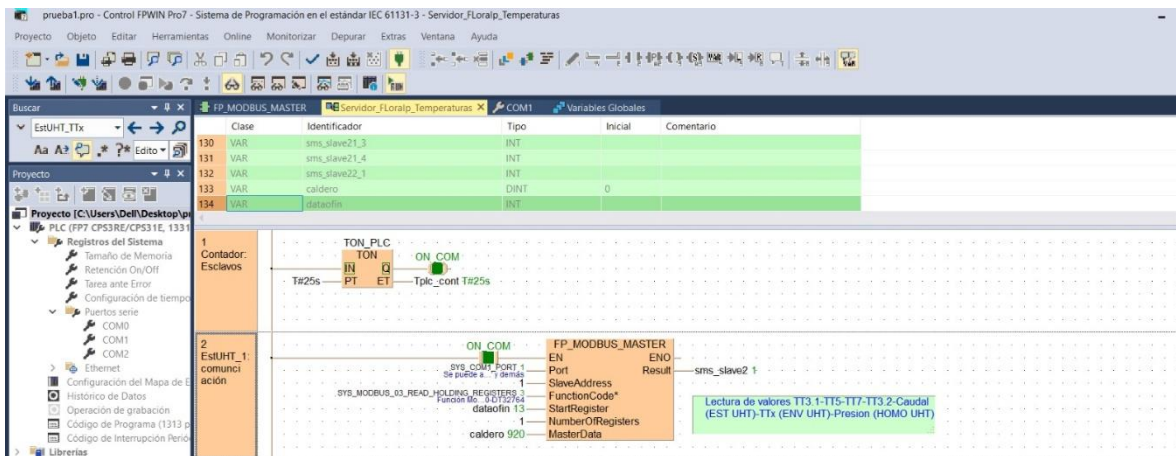
Anexo No.7 Tubo conduit



Anexo No. 8: Fuente de poder 24VDC



Anexo No. 9: Captura Programación de prueba FP Win 7 pro



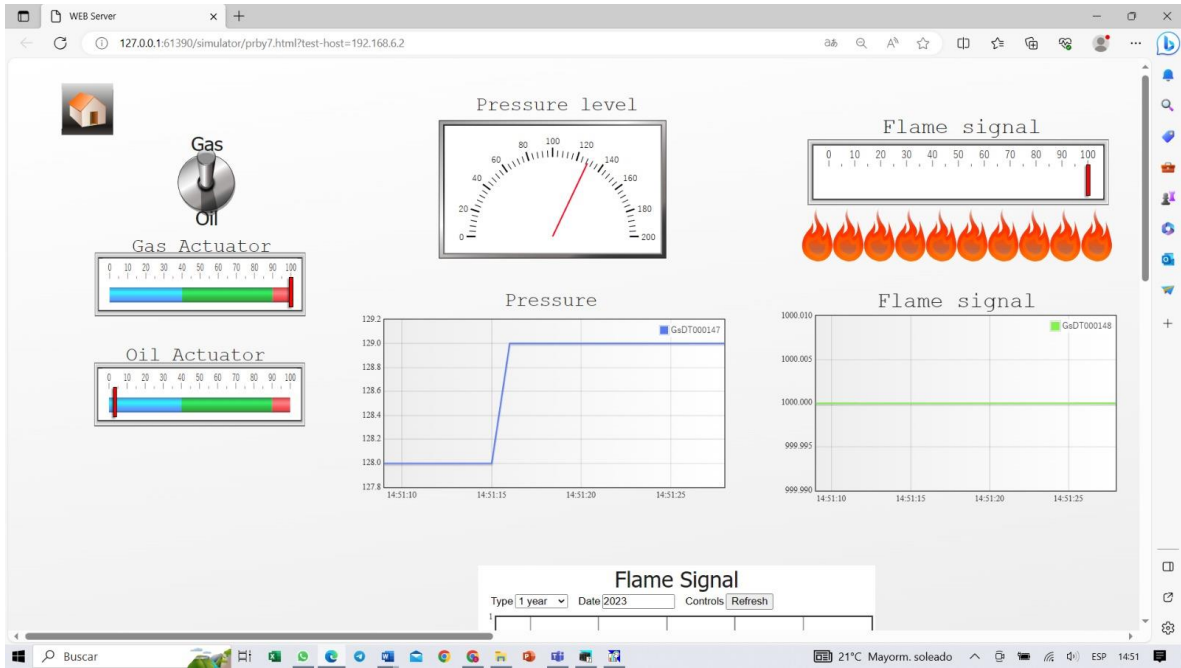
Anexo No 10: Tabla de direcciones (Siemens unit display AZL)

Table of addresses

Function	Address	Number of words	Data designation	Access	Data format	Data type / coding	Range	Updating rate
03/04	0	1	Phase	R	U16		0..255	Fast
03/04	1	1	Position of currently active fuel actuator	R	S16	PT_WINKEL	-3...93°	Fast
03/04	2	1	Position of gas actuator	R	S16	PT_WINKEL	-3...93°	Fast
03/04	3	1	Position of oil actuator	R	S16	PT_WINKEL	-3...93°	Fast
03/04	4	1	Position of air actuator	R	S16	PT_WINKEL	-3...93°	Fast
03/04	5	1	Position of auxiliary actuator 1	R	S16	PT_WINKEL	-3...93°	Fast
03/04	6	1	Position of auxiliary actuator 2	R	S16	PT_WINKEL	-3...93°	Fast
03/04	7	1	Position of auxiliary actuator 3	R	S16	PT_WINKEL	-3...93°	Fast
03/04	8	1	Manipulated variable for variable speed drive	R	S16	PT_PROZENTFU	0...100 %	Fast
03/04	9	1	Current type of fuel	R	U16	0= Gas 1= Oil	0...1	Fast
03/04	10	1	Current output	R	U16	PT_LEISTUNG	0...100 %	Fast
03/04	11	1	Current setpoint / temperature / pressure	R	U16	PT_TEMP_ DRUCK		Medium
03/04	12	1	Actual value / temperature / pressure Unit: See address 18 / 19	R	U16	PT_TEMP_ DRUCK	0...2000 °C 0...100 bar	Medium
03/04	13	1	Flame signal	R	U16	PT_PROZENT01	0...100 %	Medium
03/04	14	1	Current fuel throughput	R	U16	0.65534		Fast
03/04	15	1	Current O2 value (LMV52...)	R	U16	PT_PROZENT01	0...100 %	Fast
03/04	16	1	Volume unit of gas	R	U16	0= m³ 1= ft³	0...1	Slow
03/04	17	1	Volume unit of oil	R	U16	0= l 1= gal	0...1	Slow
03/04	18	1	Unit of temperature	R	U16	0= °C 1= °F	0...1	Slow
03/04	19	1	Unit of pressure	R	U16	0= bar 1= psi	0...1	Slow
03/04	20	1	Sensor selection	R	U16	0=Pt100 1=Pt1000 2=Ni1000 3=temp. sensor 4=press. sensor 5=Pt100Pt1000 6=Pt100Ni1000 7=no sensor	0...7	Slow
03/04	21	2	Startup counter total	R	S32		0...999999	Slow
03/04	23	2	Hours run counter	R	S32		0...999999	Slow
03/04	25	1	Current error: Error code	R	U16		0...0x FF	Fast
03/04	26	1	Current error: Diagnostic code	R	U16		0...0x FF	Fast
03/04	27	1	Current error: Error class	R	U16		0...5	Fast
03/04	28	1	Current error: Error phase	R	U16		0..255	Fast
03/04	29	1	Temperature limiter OFF threshold, in degrees Celsius / Fahrenheit (in address 129: Temperature limiter switching differential ON)	R	U16		0...2000 °C 32...3632 °F	Slow
03/04	30	1	Supply air temperature, in degrees Celsius / Fahrenheit (LMV52...)	R	U16		-100...+923 °C -148...+1693 °F	Slow
03/04	31	1	Flue gas temperature, in degrees Celsius / Fahrenheit (LMV52...)	R	U16		-100...+923 °C -148...+1693 °F	Slow
03/04	32	1	Combustion efficiency (LMV52...)	R	U16	PT_Prozent01	0...200 %	Slow

Function	Address	Number of words	Data designation	Access	Data format	Data type / coding	Range	Updating rate
03/04	80	2	Fuel volume oil (read only) (resettable from AZL5... version V4.10) 0...199999999.9 l 0...199999999.9 gal	R/W*	S32		See "Data types" on page 15	Slow
03/04	82	1	Number of lockouts	R	U16		0...65535	Slow
03/04	83	1	Extra temperature sensor (from AZL5... version V4.10)	R	U16	°C: *1 °F: *1	0...2000 °C 32...3632 °F	Slow
Parameters 84...137 are available from AZL5... version V4.20								
03/04	84	8	AZL5... ASN	R	U8[16]	String		Constant
03/04	92	1	AZL5... parameter set code	R	U16			Constant
03/04	93	1	AZL5... parameter set version	R	U16			Constant
03/04	94	3	AZL5... identification date	R	U16[3]	Date		Constant
03/04	97	1	AZL5... identification number	R	U16			Constant
03/04	98	8	Burner control ASN	R	U8[16]	String		Constant
03/04	106	1	Burner control parameter set code	R	U16			Constant
03/04	107	1	Burner control parameter set version	R	U16			Constant
03/04	108	3	Burner control identification date	R	U16[3]	Date		Constant
03/04	111	1	Burner control identification number	R	U16			Constant
03/04	112	1	Software version AZL5...	R	U16	Hexadecimal		Constant
03/04	113	1	Software version burner control	R	U16	Hexadecimal		Constant
03/04	114	1	Software version load controller	R	U16	Hexadecimal		Constant
03/04	115	8	Burner identification	R	U8[16]	String		Upon reset
03/04	123	1	Min-output gas	R	U16	PT_LEISTUNG	0...100 %	Slow
03/04	124	1	Max-output gas	R	U16	PT_LEISTUNG	0...100 %	Slow
03/04	125	1	Min-output oil	R	U16	PT_LEISTUNG	0...100 % 1001...1003	Slow
03/04	126	1	Max-output oil	R	U16	PT_LEISTUNG	0...100 % 1001...1003	Slow
R 03/04 W 16	127	1	Load limitation enduser (modulating)	R/W*	U16	PT_LEISTUNG	0...100 %	Slow
R 03/04 W 16	128	1	Load limitation enduser (multistage)	R/W*	U16	0: S1 1: S2 2: S3	0..2	Slow
03/04	129	1	Temperature limiter switching differential ON (in address 29: Temperature limiter OFF threshold, in degrees Celsius / Fahrenheit)	R	S16	PT_Prozent1	-50...0 %	Slow
03/04	130	1	Measuring range temperature sensor	R	U16	0: 150°C / 302°F 1: 400°C / 752°F 2: 850°C / 1562°F	0..2	Slow
03/04	131	1	Adaption active / inactive	R	U16	0: Inactive 1: Active	0..1	Fast
03/04	132	1	Adaption state	R	U16	PT_ADAPTION	0..12	Slow
R 03/04 W 16	133	1	Start adaption	R/W	U16	0: Reset value 1: Start 2: Abort	0..2	Slow
R 03/04 W 16	134	1	Adaption output Permissible values: 40 %, 50 %, 60 %, 70 %, 80 %, 90 %, 100 %	R/W*	U16	PT_Prozent1	40...100 %	Slow
R 03/04 W 16	135	1	P-value	R/W*	U16	PT_Prozent01	2..500 %	Slow
R 03/04 W 16	136	1	I-value	R/W*	U16	Seconds	0..2000 s	Slow

Anexo No. 11



Anexo No 12 Programacion incluida en el programa.

20	<p>CTU_slaves.CV 6 EQ ON COM FP_MODBUS_MASTER</p> <p>15 Se puede a... y demás EN ENO Result sms_slave2 5</p> <p>SYS_COM1_PORT 1 Port</p> <p>SYS_MODBUS_03_READ_HOLDING_REGISTERS 3 SlaveAddress</p> <p>Funcion Mo... 0-D132764 FunctionCode* Result</p> <p>1 StartRegister</p> <p>2 NumberOfRegisters</p> <p>1 CALD200_gas_actuator 385 MasterData DT144</p> <p>LECTURA DE VALORES CALDERA-POSITION OF GAS ACTUATOR</p>
21	<p>CTU_slaves.CV 6 EQ ON COM FP_MODBUS_MASTER</p> <p>16 Se puede a... y demás EN ENO Result sms_slave2 5</p> <p>SYS_COM1_PORT 1 Port</p> <p>SYS_MODBUS_03_READ_HOLDING_REGISTERS 3 SlaveAddress</p> <p>Funcion Mo... 0-D132764 FunctionCode* Result</p> <p>1 StartRegister</p> <p>3 NumberOfRegisters</p> <p>1 CALD200_oil_actuator 0 MasterData DT145</p> <p>LECTURA DE VALORES CALDERA-POSITION OF OIL ACTUATOR</p>
22	<p>CTU_slaves.CV 6 EQ ON COM FP_MODBUS_MASTER</p> <p>17 Se puede a... y demás EN ENO Result sms_slave2 5</p> <p>SYS_COM1_PORT 1 Port</p> <p>SYS_MODBUS_03_READ_HOLDING_REGISTERS 3 SlaveAddress</p> <p>Funcion Mo... 0-D132764 FunctionCode* Result</p> <p>1 StartRegister</p> <p>9 NumberOfRegisters</p> <p>1 CALD200_type_fuel 0 MasterData DT146</p> <p>LECTURA DE VALORES CALDERA-CURRENT TYPE OF FUEL</p>
23	<p>CTU_slaves.CV 4 EQ ON COM FP_MODBUS_MASTER</p> <p>18 Se puede a... y demás EN ENO Result sms_slave2 1</p> <p>SYS_COM1_PORT 1 Port</p> <p>SYS_MODBUS_03_READ_HOLDING_REGISTERS 3 SlaveAddress</p> <p>Funcion Mo... 0-D132764 FunctionCode* Result</p> <p>1 StartRegister</p> <p>12 NumberOfRegisters</p> <p>1 CALD200_pressure 124 MasterData DT147</p> <p>LECTURA DE VALORES CALDERA-PRESSURE</p>
24	<p>CTU_slaves.CV 4 EQ ON COM FP_MODBUS_MASTER</p> <p>19 Se puede a... y demás EN ENO Result sms_slave2 1</p> <p>SYS_COM1_PORT 1 Port</p> <p>SYS_MODBUS_03_READ_HOLDING_REGISTERS 3 SlaveAddress</p> <p>Funcion Mo... 0-D132764 FunctionCode* Result</p> <p>1 StartRegister</p> <p>13 NumberOfRegisters</p> <p>1 CALD200_flame_signal 1030 MasterData DT148</p> <p>LECTURA DE VALORES CALDERA-FLAME SIGNAL</p>
25	<p>CTU_slaves.CV 4 EQ ON COM FP_MODBUS_MASTER</p> <p>20 Se puede a... y demás EN ENO Result sms_slave2 1</p> <p>SYS_COM1_PORT 1 Port</p> <p>SYS_MODBUS_03_READ_HOLDING_REGISTERS 3 SlaveAddress</p> <p>Funcion Mo... 0-D132764 FunctionCode* Result</p> <p>1 StartRegister</p> <p>32 NumberOfRegisters</p> <p>1 CALD200_combustion_efficiency 0 MasterData DT149</p> <p>LECTURA DE VALORES CALDERA-COMBUSTION EFFICIENCY</p>

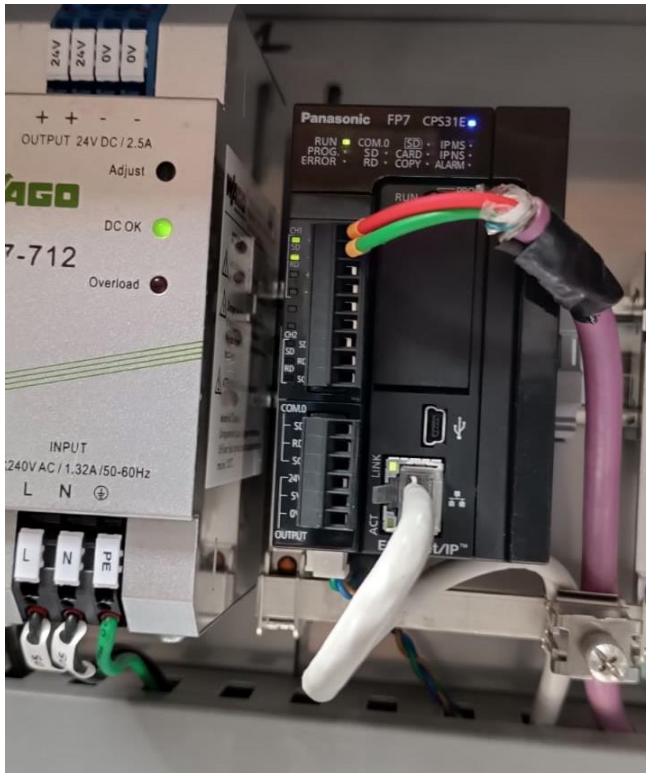
Anexo No 13. Controlador Weipshaut



Anexo No 14. Caldera FLORALP S.A.



Anexo No 15. PLC Panasonic FP7



Anexo No 16. Quemador Caldera



Anexo No 17. Tablero de control Caldera FLORAL S.A.

