



Facultad de Ingeniería

Carrera de Ingeniería Eléctrica

Proyecto técnico previo a la obtención del título de Ingeniero Eléctrico

Tema:

“Diseño e Implementación de un sistema de medición y monitoreo de parámetros eléctricos mediante uso de equipos de medición SENTRON PAC 3200 en la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí”.

Autores:

Guanoluisa Ochoa Fricson Alexander

Delgado Alvarado Mario Gonzalo

Tutor:

Dr. Washington García Quilachamin, PhD

Manta - Manabí - Ecuador

2023 – 2024

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

En calidad de docente tutor de la facultad de ingeniería de la universidad "Eloy Alfaro" de Manabí, lo certifico;

Haber dirigido y revisado el trabajo de titulación, bajo la autoría a los estudiantes **Guanoluisa Ochoa Fricson Alexander** y **Delgado Alvarado Mario Gonzalo**, legalmente matriculados en la carrera de Ingeniería Eléctrica, periodo académico 2023-2024 cumpliendo un total de 400 horas, bajo la opción de titulación de proyecto técnico, cuyo tema del proyecto es **"DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN Y MONITOREO DE PARÁMETROS ELÉCTRICOS MEDIANTE USO DE EQUIPOS DE MEDICIÓN SENTRON PAC 3200 EN LA UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ"**

El presente proyecto técnico ha sido desarrollado en apego al cumplimiento de los requisitos académicos exigidos por el reglamento de régimen académico y en concordancia con los lineamientos internos de la opción de titulación en mención, reuniendo y cumpliendo con los méritos académicos, científicos y formales, suficientes para ser sometida a la evaluación del tribunal de titulación que designe la autoridad competente.

Manta, Enero del 2025

Lo certifico,



Dr. Washington García Quilachamin; PhD

Docente tutor

AUTORÍA DEL PROYECTO TÉCNICO

Guanoluisa Ochoa Fricson Alexander y Delgado Alvarado Mario Gonzalo, declaramos que el presente proyecto técnico de titulación es de nuestra autoría, los resultados y conclusiones obtenidos en este proyecto son de estricta responsabilidad de los autores, en el cual se tiene como respaldo las citas bibliográficas correspondientes y necesarias para la ejecución de esta, respetando todos los derechos de autores vigentes. El patrimonio intelectual de este proyecto de titulación corresponderá a la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí.



Guanoluisa Ochoa Fricson Alexander

C.I. 175351237-3



Delgado Alvarado Mario Gonzalo

C.I. 131555893-0



Dr. Washington García Quilachamin; PhD

Docente tutor

APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Sometida a consideración del honorable tribunal examinador de la carrera de ingeniería eléctrica,
como requisito previo a la obtención del título de: INGENIERO ELECTRICO.

TRIBUNAL DE SUSTETACION MIEMBROS DEL TRIBUNAL FIRMAS

_____	_____
_____	_____
_____	_____

CALIFICACION DE TRABAJO DE GRADUACIÓN

Calificación trabajo escrito: _____

Calificación sustentación de tesis: _____

Nota final trabajo de graduación: _____

Lo certifico,

Secretaria de la facultad de Ingeniería

DEDICATORIA

Este proceso de formación profesional de tercer nivel, se lo dedico en primer lugar a mis padres, por su apoyo constante en todo el proceso por sus oraciones día a día. a mi familia de una y otra manera sus buenas intenciones estuvieron allí, mi abuelita Olga sin duda su apoyo siempre estuvo presente a mi Compañera de vida, la cual tuve la dicha tenerla desde el comienzo de todo este camino algo simplemente bonito.

Y por último, pero no menos importante, me lo dedico a mi por no rendirme en el proceso, y seguir hasta conseguirlo.

Guanoluisa Ochoa Fricson Alexander

AGRADECIMIENTO

En primer lugar a Dios, por darme fuerza y sabiduría para este proceso de formación, a mis padres por su apoyo fundamental, a mis docentes que de una y otra manera, transmitieron su conocimiento para la formación profesional de mi persona. A mi tutor de tesis por su paciencia y seguimiento en el proceso de titulación gracias totales.

Guanoluisa Ochoa Fricson Alexander

DEDICATORIA

Le dedico esta tesis a mi familia que han sido parte fundamental en este largo proceso, en especial a mi abuelo que me está guiando desde el cielo. Me han enseñado a ser la persona que soy, inculcándome valores y principios.

Delgado Alvarado Mario Gonzalo

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por permitirme cumplir uno de los sueños anhelados. Gratitud a mi familia que siempre han estado ahí en los momentos mas complejos, mi abuelo que fue una inspiración para poder superarme como persona. Gracias a los docentes, compañeros y tutor por haber compartido sus conocimientos a lo largo de la carrera.

Delgado Alvarado Mario Gonzalo

INDICE DE CONTENIDO

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR.....	I
AUTORÍA DEL PROYECTO TÉCNICO	II
APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	III
DEDICATORIA	IV
AGRADECIMIENTO	V
DEDICATORIA	VI
AGRADECIMIENTO	VII
INDICE DE CONTENIDO	VIII
INDICE DE TABLAS	XIV
INDICE DE FIGURAS.....	XV
RESUMEN	XVIII
ABSTRACT.....	XIX
CAPITULO I. INTRODUCCION Y GENERALIDADES.....	9
1.1. Introducción	9
1.2. Antecedentes	10
1.3. Planteamiento del problema.....	14
1.4. Justificación.....	15
1.5. Propuesta	16

1.6.	Objetivos	17
1.6.1.	Objetivo general.....	17
1.6.2.	Objetivos específicos	17
CAPITULO II. MARCO TEORICO		10
2.1	Eficiencia energética	10
2.2	Consumo energético.....	11
2.3	Medidores de energía eléctrica.....	12
2.3.1	Contador electromecánico.	13
2.3.2	Contador electrónico.....	14
2.4	PLC S7 1200	14
2.4.1	Modular y su Funcionalidad	15
2.4.2	Interfaz y Módulos.....	15
2.4.3	Protección e Instalación	15
2.4.4	Comunicación y Conectividad.....	16
2.5	Sentron PAC 3200.....	16
2.5.1	Medición de Parámetros Eléctricos.	17
2.5.2	Parámetros Medibles.....	18
2.5.3	Tipos de parámetros eléctricos.....	19
2.5.4	Tipos de conexión.....	21
2.6	Transformador de Corriente	23

2.6.1	Tensión de aislamiento	24
2.6.2	Carga del Transformador	25
2.7	Controlador Lógico Programable (PLC S7-1200)	25
2.7.1	Características y Aspectos del PLC S7-1200.....	26
2.8	Software TIA Portal	27
2.9	Microprocesador Raspberry Pi.....	29
2.9.1	Aplicaciones de Raspberry Pi	30
2.9.2	Software Raspberry Pi	31
2.10	Modbus/TCP	31
2.11	Elementos de Diseño Web	32
2.11.1	Software Power Manager.....	32
2.11.2	Interfaz de Usuario a SENTRON Power Manager.....	33
2.11.3	Estructura del Diseño	34
2.11.4	Servidor Web	34
2.12	Dispositivos de Interconexión de Redes	35
2.13	Switch Tp-link 8 Puertos 10/100 Mbps.....	35
2.13.1	Características del Dispositivo.....	36
2.14	Protocolos de Comunicación.....	36
2.14.1	Protocolo de Comunicación Modbus TCP/IP.....	36
2.14.2	Protocolo de Comunicación S7.....	37

2.14.3	Protocolo de Comunicación MQTT.....	38
2.14.4	Protocolo Http.....	38
2.15	Aplicación Web.....	39
2.16	Base de Datos.....	39
2.16.1	Ventajas de las Bases de Datos.....	39
2.16.2	Sistema de Gestión de Bases de Datos	40
2.16.3	Bases de Datos MySQL.....	40
CAPITULO III. DISEÑO DEL PROYECTO		42
3.1	Descripción del Proyecto.....	42
3.1.1	Comprobación del embalaje y herramientas a utilizar	43
3.2	Configuración e Instalación de SENTRON PAC3200	44
3.2.1	Procedimiento para la instalación de SENTRON PAC 3220.....	44
3.3	Desarrollo de aplicación Web.....	46
3.3.1	Arquitectura de la aplicación Web	46
3.3.2	Tecnología usada en el desarrollo de la aplicación Web.....	49
3.3.3	Infraestructura del servidor local y funcionalidades dinámicas	50
3.3.4	Estructura y diseño de la página web	50
3.4	Flujo del proceso.....	50
3.4.1	Lógica de paso de estaciones.....	51
3.4.2	Estructura de la Base de Datos con relación a cada medidor de energía.....	53

3.4.3	Comunicación con el PLC y API local desde un Node-Red	55
3.4.4	Conexión con la base de datos.....	56
3.5	Sistema integrado de monitoreo.....	57
3.6	Verificación de la funcionabilidad de los equipos de medición instalados	57
3.5.1	Facultad de Agropecuaria.....	58
3.5.2	Facultad de Ingeniería Industrial.....	59
3.5.3	Facultad de Marítima	60
3.5.4	Facultad de Comunicación.....	61
3.5.5	Facultad de Odontología	62
3.5.6	Facultad de Informática.....	62
3.5.7	Facultad de Medicina	63
3.5.8	Ubicación de otros medidores	63
CAPITULO IV: PROPUESTA.....		64
4.1	Mejoramiento de enlace entre los protocolos de comunicación	64
4.1.1	Diseño General y Sistema de Comunicación	65
4.2	Adquisición de Parámetros Eléctricos de los Medidores SENTRON PAC3200.....	66
4.3	Consulta de los parámetros Eléctricos en tiempo real.....	68
4.4	Reporte histórico de los registros de Parámetros Eléctricos obtenidos.....	72
4.4.1	Registro del Consumo visualizado	73
4.5	Costos de Implementación del Proyecto	75

4.6	Análisis de Resultados	79
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		82
Conclusiones		82
Recomendaciones.....		84
Bibliografía.....		85
ANEXOS.....		99

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Parámetros Medibles.....	19
Tabla 2. Características y Aspectos del PLC S7-1200	27
Tabla 3. Tipos de dispositivos de comunicación	35
Tabla 4. Tecnología Usada Para la Creación de la Página Web	49
Tabla 5. Estructura BD de cada medidor	53
Tabla 6. Registro de datos (magnitudes) obtenidas	54
Tabla 7. Código de variables	56
Tabla 8. Código de envío de variables.....	69
Tabla 9. Código para guardar y consultar.....	74
Tabla 10. Costos estimados implementación proyecto.....	76

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Modelo de PLC S7 1200	15
Figura 2. Modelo de SENTRON PAC 3200.....	17
Figura 3. Transformador de Corriente	24
Figura 4. Niveles de Tensión de Aislamiento.....	25
Figura 5. Partes del PLC S7-1200.....	26
Figura 6. Presentación del Interfaz del TIA Portal	28
Figura 7. Partes del Raspberry Pi 3 Modelo B.....	29
Figura 8. Software Powermanager.....	32
Figura 9. Interfaz de SENTRON Power Manager	33
Figura 10. Cliente-servidor	34
Figura 11. Switch Tp-link Fast Ethernet TL-SF1008D	36
Figura 12. Estructura de la comunicación Modbus TCP/IP	37
Figura 13. Estructura Protocolo S7 en el modelo OSI.....	37
Figura 14. Protocolo MQTT en el modelo OSI	38
Figura 15. Protocolo HTTP.....	38
Figura 16. Que realiza la base de datos MySQL	40
Figura 17. Fases de descripción del proyecto	42
Figura 18. Proceso 2, Conexiones para terminales.	45
Figura 19. Proceso 3	45

Figura 20. Proceso 4	46
Figura 21. Proceso 5	46
Figura 22. Diagrama Arquitectura de la Aplicación Web	47
Figura 23. Estructura Lineal con Jerarquía	47
Figura 24. Programa principal del PLC	48
Figura 25. Ubicación de medidores	49
Figura 26. Bloque de lógica de paso de estaciones.....	51
Figura 27. Network 3 – Estación máxima	52
Figura 28. Network 4 - Contador.....	52
Figura 29. Lectura de Datos del PLC desde un Node Red	55
Figura 30. Dirección IP - Ubicación de los medidores.....	57
Figura 31. Lectura de Datos General	58
Figura 32. Lectura de Datos Tablero de Agropecuaria.....	59
Figura 33. Lectura Medidor de Ingeniería	59
Figura 34. Verificación funcionamiento tablero en Ingeniería.....	60
Figura 35. Verificación funcionamiento en Marítima	61
Figura 36. Revisión funcionamiento en Comunicación.....	61
Figura 37. Estado de la pantalla del medidor en Odontología.....	62
Figura 38. Estados de medidores en facultad de informática	62
Figura 39. Estado del medidor en la Facultad de Medicina.....	63

Figura 40. Protocolos de comunicaciones	64
Figura 41. Sistema de Comunicación	65
Figura 42. Lectura de estaciones MODBUS.....	66
Figura 43. Parámetros de interfaz de Red.....	67
Figura 44. Medición de variables.....	68
Figura 45. Lógica de envío de datos	68
Figura 46. Página de inicio - menú.....	69
Figura 47. Página consultar – seleccionar Área.....	70
Figura 48. Selección de fecha para generar reporte	70
Figura 49. Visualización de los parámetros eléctricos.....	71
Figura 50. Visualización del triángulo de potencia	72
Figura 51. Visualización del reporte histórico	72
Figura 52. Lógica del consumo diario	73
Figura 53. Gráfico del consumo generado.....	75

RESUMEN

El presente proyecto de titulación, “Diseño e implementación de un sistema de medición y monitoreo de parámetros eléctricos mediante uso de equipos de medición SENTRON PAC 3200 en la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí”, consiste en la elaboración de un sistema para el monitoreo de parámetros eléctricos en la ULEAM,

Este monitoreo permitirá una interfaz en la recopilación de los datos eléctricos en tiempo real, facilitando las decisiones gerenciales dirigidas hacia la optimización de recursos energéticos y reducir su impacto medioambiental como aporte a la sostenibilidad, con el uso de procesos en relación a métodos que incentiven un ahorro energético en las edificaciones de la ULEAM.

Este proyecto se ha estructurado en 4 capítulos. En el capítulo I “Introducción y generalidades” se presenta el planteamiento del problema y su justificación. En el capítulo II “Marco Teórico” se efectúan descripciones teórico-conceptuales que permitan comprender el diseño del sistema de monitoreo en tiempo real. En el capítulo III “Diseño del Proyecto” se describe los procedimientos para la comunicación, la programación, como su interfaz gráfica y el desarrollo de la aplicación web. En el capítulo IV “Propuesta” se presenta los resultados en la adquisición de datos obtenidos a través de consultas y reportes de los parámetros eléctricos. En el capítulo V “Conclusiones y recomendaciones” se realiza un condensado con base en la propuesta de este proyecto.

La propuesta de este proyecto es diseñar e implementar un sistema de monitoreo de parámetros eléctricos en línea, a través del uso de equipos SENTRON PAC 3200 de Siemens, por medio de una conexión de red Modbus on line, esto con la finalidad de obtener registros y visualizar el comportamiento de estos parámetros captados en edificios que comprenden la ULEAM.

ABSTRACT

This thesis project, “Design and implementation of a measurement and monitoring system for electrical parameters using SENTRON PAC 3200 measuring equipment at the Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí,” involves developing a system for monitoring electrical parameters at ULEAM.

This monitoring will allow an interface for collecting electrical data in real-time, facilitating management decisions aimed at optimizing energy resources and reducing their environmental impact as a contribution to sustainability. Processes related to methods that encourage energy savings in ULEAM buildings will be used.

This project has been structured in 4 chapters. Chapter I “Introduction and Generalities” presents the statement of the problem and its justification. Chapter II “Theoretical Framework” provides theoretical-conceptual descriptions that allow an understanding of the design of the real-time monitoring system. Chapter III “Project Design” describes the procedures for communication, and programming, as well as its graphical interface and the development of the web application. Chapter IV “Proposal” presents the results of acquiring data obtained through queries and reports of electrical parameters. Chapter V “Conclusions and Recommendations” summarizes the proposal for this project.

The proposal for this project is to design and implement an online electrical parameter monitoring system, through the use of Siemens SENTRON PAC 3200 equipment, by means of an online Modbus network connection, with the purpose of obtaining records and visualizing the behavior of these parameters captured in buildings that comprise the ULEAM.

CAPITULO I. INTRODUCCION Y GENERALIDADES

El presente capítulo describe las bases en las que se fundamenta el proyecto técnico, con el tema “Diseño e Implementación de un sistema de medición y monitoreo de parámetros eléctricos mediante uso de equipos de medición SENTRON PAC 3200 en la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí”, el cual comprende una introducción, antecedentes, planteamiento del problema, justificación, delimitación, propuesta, así como los objetivos que establecen la importancia del alcance de este proyecto.

1.1. Introducción

En la actualidad en el Ecuador como en todo el mundo se considera como indispensable el uso de la energía eléctrica para ejecutar diversas actividades por parte del ser humano, sea en el ámbito laboral, industrial, educativo o cotidiano. Por lo que debido al crecimiento de demanda energética es importante reducir el consumo eléctrico sin necesidad de eliminar el confort. Así, para optimizar el consumo eléctrico es necesario la implementación de técnicas que permitan identificar cuáles son los consumos innecesarios o perdidas que se generan durante la realización de un proceso que involucre el uso de energía eléctrica. Según (Ilbeigi et al., 2020), la protección del medio ambiente y el ahorro de energía se consideran cuestiones clave en la actualidad.

En la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí existe un sistema de medición de parámetros eléctricos que permite monitorear valores de consumo, sin embargo, este es muy limitado en sus funciones de medición y monitoreo de datos. Por lo que, el objetivo de este estudio es diseñar e implementar un sistema de medición destinado a monitorear el consumo energético en tiempo real de las instalaciones de la ULEAM, haciendo uso del módulo multimedidor SENTRON PAC 3200 de Siemens, instalados en los predios universitarios de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí.

Esta propuesta de este estudio técnico se referencia a la implementación de un sistema de monitoreo de parámetros eléctricos en línea que permita gestionar la energía a través de la recopilación de los datos eléctricos en tiempo real, considerando que el resultado de los análisis en referencia a los patrones de consumo permitirá desarrollar y direccionar el uso de procesos con relación a métodos que incentiven un ahorro energético, según los autores Muñoz, Balderramo & Pico (2018). Así también, detectar cuáles son los sectores donde existen parámetros eléctricos fuera de sus umbrales admisibles que provocan pérdidas eléctricas innecesarias que representan un considerable gasto económico.

Este proyecto técnico se ha estructurado en 4 capítulos. En el capítulo I “Introducción y generalidades” se presenta el planteamiento del problema y la justificación por el cual se desarrolla el proyecto. En el capítulo II “Marco Teórico” se efectúan algunas descripciones teórico-conceptuales que permitan comprender el diseño del sistema de monitoreo en tiempo real. En el capítulo III “Diseño del Proyecto” se describe los procedimientos utilizados para la comunicación entre los equipos, la programación, como su interfaz gráfica y el desarrollo de la aplicación web. En el capítulo IV “Propuesta” se presenta los resultados obtenidos a través de los objetivos propuestos, reportes de los parámetros eléctricos a través de la adquisición de datos, En el capítulo V “Conclusiones y recomendaciones” se realiza un condensado en base a los resultados obtenidos del proyecto.

1.2. Antecedentes

Existen estudios que describen un poco de cómo se han implementado estas mediciones mediante el equipo de monitoreo SENTRON PAC 3200 en diferentes escenarios. Así, en la investigación realizada por Palacios I. Pesantes C. (2011) se hace uso del multimedidor SENTRON PAC 3200 para adquirir los datos de la estación primaria destinada para procesos de laminación en ANDEC S.A con fines de eficiencia energética, esto debido a las decisiones gerenciales en función de los consumos energéticos involucrados en cada etapa del proceso de

laminación en producción regular, paradas tanto programadas como no programadas por mantenimiento que repercute en el costo de venta del producto en el mercado.

Se considero al autor Guerrero K. (2018), quien desarrolló un módulo de control industrial con fines didácticos mediante profinet Modbus Ethernet-serial y comunicación RS-485, implementando una red de control con un PLC Siemens s7 y una pantalla HMI. El Modbus fue conectado al PAC 3200 para la adquisición de datos de líneas de voltaje alterna, frecuencia y potencia. Así, también se consideró a los autores Álvarez J. y Mosquera B. (2020), quienes desarrollaron un sistema de monitoreo y control remoto de parámetros ambientales en un invernadero, usando para su propósito un SENTRON PAC 3200 en un sistema SCADA con una conexión punto a punto mediante un PLC. Es importante destacar que en el invernadero se desarrolla la producción de semillas y granos andinos que requieren unas condiciones de humedad y temperatura específicas y condiciones energéticas óptimas, así como es necesario que los datos se envíen constantemente para que se cumpla el cometido del sistema por lo que es necesario evitar cualquier interrupción eléctrica.

La autora (Sancán Delgado, 2020) desarrolló un sistema de alarmas en la ULEAM, el cual permitió detectar de manera inmediata los valores de parámetros eléctricos de medidores Sentron PAC3200, en base a la integración con un PLC S7- 1200 para obtener datos de parámetros eléctricos de los medidores de energía instalados en la Facultad de Ingeniería, para luego ser subidos a una nube de gestión de datos a través de un microprocesador Open Source y brindar un servicio de alarmas con la aplicación Telegram. El plus del sistema fue la digitalización de los parámetros eléctricos más relevantes de cada medidor de energía y presentarlos en una plataforma virtual para el monitoreo de los niveles de voltaje, niveles de corriente, potencia activa, potencia reactiva, potencia aparente, factor de potencia y energía de los medidores. También permite la descarga histórica de esos datos, y agregar a los usuarios que requieran monitorear el sistema.

El autor Moncayo C. (2022) ocupó un SENTRON PAC 3200 en la tesis del departamento de eléctrica, electrónica y telecomunicaciones de la ESPE para el análisis del consumo eléctrico y la calidad de energía de la planta industrial de SEDEMI, los datos medidos fueron subidos a la nube y presentados en una interfaz HMI, en la cual se presentaron las variables con el paso del tiempo, alertas de picos altos o bajos tanto de voltaje, corriente, potencia y armónicos, las alarmas fueron enviadas mediante correo electrónico.

Además, se considera a los autores Atiencia & Ante (2023) con relación al estudio realizado sobre el diseño e implementación de un sistema integrado de medidores SENTRON PAC3200 mediante PLC S7-1200 y Raspberry PI, para el monitoreo de los parámetros eléctricos en la ULEAM, cuyo objetivo principal fue la implementación de un sistema integrado compuesto por catorce medidores SENTRON PAC 3200 de la marca SIEMENS, tomando como referencia las conexiones de medidores que existen en la facultad de Ingeniería de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí (ULEAM), mediante un PLC S7-1200 y Raspberry pi, con la finalidad de monitorear los parámetros eléctricos de la facultad, los cuales son visualizados en tiempo real a través de la conectividad de internet mediante una aplicación web.

Como antesala a este proyecto, se desarrolló el titulado "**Monitoreo y Caracterización de Indicadores de Eficiencia Energética en la ULEAM**" se llevó a cabo entre **enero de 2020 y diciembre de 2022**. Este trabajo se enmarca dentro de la necesidad de optimizar el uso de energía en la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, dado el creciente gasto mensual en energía eléctrica, que superaba los 30,000 USD (Rodríguez et al., 2020).

El objetivo general del proyecto fue la propuesta y validación de indicadores para la gestión energética en la ULEAM. Para lograrlo, se plantearon varios objetivos específicos, entre los que destacan: a) Desarrollar un Sistema de Gestión Energética: Esto implicó la instalación de nuevos medidores para controlar los parámetros eléctricos en los edificios y

facultades con mayor consumo, b) Monitorear e Identificar Nuevos Indicadores Energéticos: Se buscaba caracterizar el uso de energía en diferentes áreas, permitiendo así determinar ahorros o sobreconsumos, c) Socializar Informes Periódicos: Se generaron informes sobre el comportamiento de los indicadores energéticos y los costos asociados, con el fin de evaluar medidas de ahorro y eficiencia, d) Proponer e Implementar Medidas de Ahorro: Se realizaron propuestas concretas para mejorar la eficiencia energética en la universidad, e) Asesorar a las Direcciones de Facultades: Se brindó apoyo a las facultades que decidieron implementar medidas de ahorro y uso eficiente de la energía (Rodríguez et al., 2020).

El proyecto se basó en la Norma ISO 50001, que establece requisitos para un sistema de gestión de la energía. Se realizó un diagnóstico preliminar del consumo energético en la ULEAM, utilizando herramientas como balances de carga y pronósticos de consumo. Esto permitió identificar las áreas de mayor consumo y establecer prioridades para la gestión energética. Se instalaron 14 medidores SIEMENS PAS3200 en diferentes edificios, lo que facilitó la recolección de datos en tiempo real. Además, se utilizó el software Power Management v3.4 para el análisis y visualización de los datos (Rodríguez et al., 2020).

Entre los resultados y logros se logró identificar que el sistema de acondicionamiento de aire representaba un porcentaje significativo del consumo total de energía, se desarrollaron indicadores medibles que permitieron evaluar la eficiencia energética y el impacto de las medidas implementadas, se llevaron a cabo capacitaciones para el personal y se socializaron los resultados en todo el campus, promoviendo una cultura de ahorro energético, por último, se estimó una reducción del consumo de energía entre un 10% y un 40%, lo que se tradujo en ahorros significativos para la universidad (Rodríguez et al., 2020).

Este proyecto ha sido fundamental para establecer un marco sólido para la gestión energética en la universidad. A través de la instalación de medidores y la creación de indicadores, se han sentado las bases para una gestión más eficiente del consumo de energía,

contribuyendo así a la sostenibilidad y a la reducción de costos operativos. Este trabajo no solo ha beneficiado a la ULEAM desde el punto de vista económico, sino que también ha fomentado una mayor conciencia sobre la importancia de la eficiencia energética entre todos los miembros de la comunidad universitaria.

El Diseño e Implementación de un sistema de medición y monitoreo de parámetros eléctricos mediante el uso de equipos de medición SENTRON PAC 3200 en la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí se realizó como una continuación lógica y complementaria al proyecto previo ya mencionado. Este nuevo sistema se enfoca en profundizar y optimizar los resultados obtenidos previamente al instalar medidores avanzados que permiten una recolección de datos precisa y en tiempo real.

Al proporcionar un monitoreo detallado de los parámetros eléctricos, se facilita la identificación de áreas específicas de consumo, la evaluación de la eficiencia energética y la implementación de medidas de ahorro. Así, se fortalece la gestión energética de la universidad, asegurando que los esfuerzos realizados en el primer proyecto se traduzcan en mejoras tangibles y sostenibles en el uso de la energía.

1.3. Planteamiento del problema

Uno de los aspectos desfavorables al no disponer de un sistema de gestión energética se ve reflejado en mayor proporción con relación al consumo energético en la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí y en consecuencia al aumento en los gastos por concepto de energía eléctrica.

Actualmente la ULEAM dispone del software SENTRON powermanager para el monitoreo de parámetros eléctricos de los medidores de energía, sin embargo, presenta problemas para su control y monitoreo en vista la información sólo puede ser visualizada a través de un dispositivo ubicado en el aula de tutorías de la Facultad de Ingeniería Eléctrica, bajo responsabilidad de un docente. Así también el dispositivo en el que está instalado el

software, su información almacenada puede perderse y el software SENTRON powermanager tiene un costo adicional a la licencia original para el monitoreo de nuevos medidores de energía.

Por este motivo este proyecto tiene como finalidad crear un sistema de monitoreo en tiempo real, usando medidores Sentron PAC 3200 de la marca Siemens, el mismo que será capaz de identificar con mediciones en puntos estratégicos, cual es el problema que impide una eficiencia energética y las posibles soluciones.

Además, su diseño permitirá que el software sea amigable y que facilite la comprensión del usuario, esto con la finalidad de que cualquier individuo encargado del área sea capaz de interpretar con simplicidad los datos obtenidos del sistema.

1.4. Justificación

La gestión de energía en paralelo a los avances tecnológicos en la actualidad ha permitido que instituciones como la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí (ULEAM) implementen sistemas de control y monitoreo del consumo energético, fundamentales para la toma de decisiones y evitar el desperdicio al optimizar la energía. A través del Diseño e Implementación de un sistema de medición y monitoreo de parámetros eléctricos mediante equipos de medición SENTRON PAC 3200, se busca fortalecer la capacidad de la universidad para recopilar y registrar datos en tiempo real de todos los parámetros eléctricos, garantizando la integridad y disponibilidad de la información sin pérdida.

Este sistema permitirá el uso de protocolos de comunicación estándar tipo TCP/IP, asegurando una integración fluida con el sistema existente y facilitando la interoperabilidad con otras plataformas tecnológicas. Además, el desarrollo de un software con una interfaz amigable y didáctica no solo hará que el monitoreo sea práctico e interactivo, sino que también ampliará el acceso a los datos desde diversos dispositivos, beneficiando a la comunidad universitaria al proporcionar información vital sobre el consumo eléctrico.

La relevancia de este proyecto radica en su potencial para reducir considerablemente las fallas eléctricas predecibles, minimizar daños a equipos y disminuir gastos económicos asociados con el consumo excesivo de energía. La implementación de un sistema robusto de medición permitirá no solo identificar patrones de consumo, sino también prever y mitigar problemas antes de que se conviertan en costosas reparaciones. La creación de reportes técnicos y gráficas visuales facilitará la comprensión de los datos recopilados sobre el voltaje, corriente y potencia, promoviendo la toma de decisiones de manera eficaz y estratégica por parte del personal calificado.

Adicionalmente, la aplicación web no solo beneficiará a la ULEAM, sino que también tendrá un impacto significativo en la comunidad manabita al proporcionar datos transparentes sobre el consumo energético. Esto permitirá la elaboración de análisis energéticos exhaustivos y la identificación de niveles de pérdidas, contribuyendo a la definición de métodos para un consumo responsable de energía. Al sensibilizar a la comunidad sobre la importancia de la eficiencia energética, este proyecto se convierte en una herramienta clave para promover una cultura de sostenibilidad y responsabilidad ambiental, fomentando investigaciones futuras en esta área crucial para el desarrollo sostenible y el bienestar colectivo.

De esta manera, el proyecto no solo es viable desde una perspectiva técnica y económica, sino que también se alinea con los objetivos de desarrollo sostenible, posicionando a la ULEAM como un referente en la gestión energética con base al ámbito académico y comunitario.

1.5.Propuesta

Considerando la problemática como un aspecto desfavorable al no disponer de un sistema de gestión energética que permita se vea reflejado en mayor proporción, con relación al consumo energético en la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, se establece diseñar e implementar un sistema de medición y monitoreo de parámetros eléctricos en tiempo real

mediante el uso de equipos de medición SENTRON PAC 3200 en las instalaciones de la ULEAM. Para lo cual este proyecto se enfoca en referencia a las consecuencias como el aumento en los gastos por concepto de energía eléctrica.

La propuesta de este proyecto se basa en solucionar la problemática, por lo que se referencia a los resultados obtenidos como parte de los objetivos planteados en este proyecto, es decir monitorear el consumo de energía y mostrar los reportes de los parámetros eléctricos a través de la adquisición de datos en línea. Todo esto permitirá una toma de decisiones y de esta manera establecer una gestión en los procesos de energía, basados al análisis y discusión de los resultados.

1.6.Objetivos

A continuación, se describen los objetivos que se utilizarán como base para el desarrollo del proyecto.

1.6.1. Objetivo general

Diseñar e implementar un sistema de medición y monitoreo de parámetros eléctricos en tiempo real mediante el uso de equipos de medición SENTRON PAC 3200 en las instalaciones de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí.

1.6.2. Objetivos específicos

- Revisar los protocolos de comunicación estándar tipo TCP/IP existentes en la ULEAM y los que conforman el sistema de comunicación integrado.
- Desarrollar un software con una interfaz amigable y didáctico para el uso práctico e interactivo con relación a la medición en tiempo real de parámetros eléctricos en la ULEAM.
- Recopilar y registrar datos en tiempo real de todos los parámetros eléctricos permitidos por los medidores de energía Sentron PAC 3200, ubicados en la ULEAM.

- Crear reportes técnicos y mostrar de manera gráfica el registro periódico obtenido en los medidores, de parámetros de voltajes, corrientes y potencias.

CAPITULO II. MARCO TEORICO

El siguiente capítulo se fundamenta a partir de la presentación y descripción de los principios, definiciones y funcionamiento, en todo lo referente a un sistema de medición y monitoreo de parámetros eléctricos en tiempo real, análisis prácticos y teóricos, que intervienen en la elaboración del diseño e implementación del proyecto.

Es preciso enunciar que los componentes que son parte del diseño e implementación del sistema de medición y monitoreo de parámetros eléctricos en tiempo real requieren indagación para poder exponer sus características y tener un rango de criterio óptimo para seleccionar de forma eficiente estos aparatos, dependiendo las condiciones del lugar donde se implementará el proyecto.

Se expondrán los principios básicos de funcionamiento de los sistemas de medición y monitoreo de parámetros eléctricos, se ilustrará mediante imágenes el proceso de ejecución y las ventajas de la aplicación web en tiempo real.

2.1 Eficiencia energética

La eficiencia energética se refiere a la capacidad de utilizar la energía de manera óptima, reduciendo su desperdicio sin comprometer la calidad o el rendimiento de los servicios o procesos. Implica la implementación de tecnologías y prácticas que disminuyen el consumo de energía, como el uso de electrodomésticos eficientes, la mejora del aislamiento en edificios y la adopción de sistemas de iluminación LED. Al ser una herramienta clave para disminuir los costos energéticos y reducir las emisiones contaminantes, la eficiencia energética no solo beneficia económicamente a las personas y empresas, sino que también contribuye a la sostenibilidad del medio ambiente y la lucha contra el cambio (Roper Portillo, 2024).

La BBVA define la eficiencia energética como la optimización del uso de la energía con el fin de mantener niveles adecuados de confort y servicio. Este concepto implica ajustar el consumo energético a las necesidades reales de los usuarios, evitando el uso excesivo e

innecesario de recursos. Para lograrlo, se pueden implementar diversas estrategias, como el uso de dispositivos de bajo consumo, la instalación de sistemas de control inteligente que ajusten la iluminación y la climatización en función de la ocupación y las condiciones ambientales, y la mejora de los procesos industriales para Reducir pérdidas energéticas. La eficiencia energética no solo se enfoca en reducir el consumo de electricidad, sino también en aprovechar al máximo todas las fuentes de energía disponibles, fomentando un uso más consciente y sostenible que contribuya a la reducción de costos, la preservación de los recursos naturales y la disminución del impacto ambiental (Miteco, 2023).

2.2 Consumo energético

El consumo energético se refiere a la cantidad de energía que utilizan los dispositivos, sistemas o procesos para funcionar durante un período de tiempo determinado. Este concepto abarca todas las formas de energía, como la electricidad, el gas, el petróleo y otras fuentes utilizadas tanto en hogares, como en industrias y transporte. La creciente demanda de energía, impulsada por el desarrollo industrial y tecnológico, hace necesario gestionar el consumo de manera más eficiente para evitar el agotamiento de los recursos naturales y minimizar el impacto ambiental. Adoptar prácticas de consumo responsable, como el uso de tecnologías eficientes, la promoción de energías renovables y la optimización de procesos, es esencial para reducir los costos y fomentar un desarrollo sostenible que beneficie a la sociedad y al medio ambiente (Repsol, 2024).

Según Neme, Valderrama, & García (2015), manifiestan que el consumo energético se refiere a todo tipo de energía utilizada para realizar una acción, como encender un equipo, es decir, es el consumo total de energía para un determinado proceso. Por lo que, el concepto de consumo de energía es inversamente proporcional a la eficiencia energética, que disminuye a medida que aumenta el consumo de energía por servicio prestado. Así, a mayor consumo energético, menor es la eficiencia, y, por lo tanto, menor es también el ahorro en las facturas.

El procedimiento para el cálculo del consumo energético, se realiza mediante la ecuación 1, obteniendo un resultado aproximado del consumo de energía que se utiliza.

$$\text{Energía consumida} = P * \text{tiempo} \quad (\text{Ec. 1})$$

Donde: P = Potencia.

En la ecuación 1, se multiplique la potencia (W) del aparato o elemento conectado a la red multiplicado por el número de horas de uso. El consumo de energía se mide en kWh, lo que viene a significar kilovatios por hora. El vatio es la unidad de potencia, mientras que la hora hace referencia al tiempo. Por lo tanto, un kilovatio hora implica que, durante una hora, se realiza un consumo de potencia de 1000 vatios (Morales & Luyando, 2014).

2.3 Medidores de energía eléctrica

Los medidores de energía eléctrica son dispositivos utilizados para registrar la cantidad de electricidad consumida en una instalación, como una vivienda, un comercio o una industria. Estos equipos permiten medir el flujo de energía eléctrica que pasa a través de un punto específico de la red, proporcionando información precisa sobre el consumo en kilovatios hora (kWh). Existen diferentes tipos de medidores, como los electromecánicos, que operan mediante discos giratorios, y los electrónicos, que utilizan componentes digitales para lecturas que ofrecen más exactas y funciones adicionales, como la medición de la demanda máxima y el consumo en diferentes periodos tarifarios. Los datos recolectados por estos medidores son esenciales para la facturación del servicio eléctrico, así como para promover el uso eficiente de la energía y facilitar la integración de tecnologías inteligentes (Tec-eos, 2021)

Un contador o medidor de energía es un dispositivo fundamental que permite registrar y controlar el consumo de energía eléctrica suministrada a los clientes, ya sean residenciales, comerciales o industriales. Según (Rodríguez E. , 2022), este equipo es esencial para las empresas distribuidoras de energía, ya que proporciona las lecturas necesarias para calcular de

manera precisa la cantidad de electricidad utilizada por cada cliente, facilitando así una facturación justa y adecuada en función del consumo real, expresado en kilovatios hora (kWh). Existen dos tipos principales de medidores de energía: los electromecánicos, que funcionan mediante un disco que gira proporcionalmente al consumo de electricidad, y los electrónicos, que emplean tecnología digital para ofrecer una mayor precisión y una serie de funciones adicionales, como la detección de fraudes. El monitoreo en tiempo real, y la posibilidad de gestionar tarifas diferenciadas. Ambos tipos de medidores juegan un papel crucial en la gestión energética moderna, contribuyendo tanto al ahorro de energía como a la eficiencia operativa del sistema eléctrico.

2.3.1 Contador electromecánico.

El contador electromecánico es un dispositivo tradicional utilizado para medir el consumo de energía eléctrica en hogares, comercios e industrias. Su funcionamiento se basa en un sistema de discos metálicos que giran en proporción a la cantidad de electricidad que pasa a través del contador. Cada giro del disco representa una cantidad específica de kilovatios hora (kWh), lo que permite registrar el consumo de energía acumulado.

Aunque estos contadores han sido ampliamente utilizados durante décadas debido a su simplicidad y confiabilidad, su principal desventaja radica en que no ofrecen funciones avanzadas como el monitoreo en tiempo real, la medición de diferentes tarifas horarias o la detección de anomalías en el consumo. Por esta razón, los contadores electromecánicos están siendo gradualmente reemplazados por medidores electrónicos, que proporcionan mayor precisión y capacidades adicionales para la gestión energética (Totalenergies, 2020).

Tipos de Contadores:

- **Contadores de Impulsos:** Utilizados para contar eventos específicos, como pulsos eléctricos.

- Contadores de Tiempo: Miden la duración de un evento.
- Contadores Totalizadores: Acumulan un total de eventos o tiempo

2.3.2 Contador electrónico.

Un contador electrónico es un dispositivo utilizado para realizar el seguimiento y la contabilización de eventos, señales o impulsos eléctricos. Su función principal es registrar y procesar una secuencia de entradas, transformándolas en un valor numérico que puede ser visualizado o almacenado para su análisis posterior. Estos dispositivos son esenciales en sistemas digitales, ya que permiten gestionar la información de manera precisa y eficiente, encontrando aplicaciones en una amplia gama de industrias, desde la automatización industrial hasta la instrumentación científica. Su capacidad para operar de forma rápida y confiable los convierte en una herramienta clave en el control y monitoreo de procesos automatizados (Kessler, 2020). Estos a su vez se clasifican como:

Medidores de demanda: Miden y almacenan la energía eléctrica total consumida con una única demanda en las 24 horas teniendo un solo período y una sola tarifa.

Medidores multitarifas: Miden y almacenan la energía eléctrica total y con demandas en diferentes tramos de las 24 horas. Teniendo diferentes tarifas pueden registrar varios parámetros como energía reactiva y factor de potencia

2.4 PLC S7 1200

El SIMATIC S7-1200 es un controlador programable de Siemens que destaca por su diseño modular y su capacidad de escalabilidad. Este controlador es ideal para una amplia gama de aplicaciones industriales debido a su flexibilidad y funcionalidad avanzada (Siemens, 2023).

La interfaz PROFINET integrada garantiza que los componentes de automatización adicionales y el marco de ingeniería de TIA Portal funcionen perfectamente juntos. Los procesos para la señal forman la interfaz entre el controlador y la comunicación. Las unidades

de procesamiento central (CPU) ejecutan el programa de usuario y conectan el controlador a la red con otros componentes de automatización. Los módulos de comunicación aumentan las capacidades de comunicación del PLC a través de funciones e interfaces adicionales. (Siemens, 2023), Ver Figura 1.

Figura 1. Modelo de PLC S7 1200



Fuente: (Siemens, 2023)

2.4.1 Modular y su Funcionalidad

El Módulo SIMATIC S7-1200 está diseñado para ser modular, por lo que se pueden agregar o quitar módulos según las necesidades específicas de la aplicación. Esta característica permite una personalización y expansión sencillas sin necesidad de cambiar el tamaño físico del controlador¹. Además, su funcionalidad asegura que pueda adaptarse a diferentes niveles de complejidad en las tareas de automatización, según (Tecnopl, 2022).

2.4.2 Interfaz y Módulos

Como interfaz para máquinas o plantas, el SIMATIC S7-1200 ofrece una amplia variedad de módulos de señal para entradas y salidas. Estos módulos pueden manejar funciones tecnológicas especiales, como el conteo, y están disponibles tanto de manera centralizada como descentralizada. Esto proporciona una gran flexibilidad en la configuración del sistema (Pce-iberica, 2021).

2.4.3 Protección e Instalación

El controlador está aprobado para la clase de protección IP20, lo que significa que está protegido contra el polvo y el contacto accidental. Está diseñado para ser instalado en un gabinete de control, lo que facilita su integración en entornos industriales (Pce-iberica, 2021).

2.4.4 Comunicación y Conectividad

Una de las características más destacadas del SIMATIC S7-1200 es su interfaz PROFINET integrada. Esta interfaz garantiza que los componentes de automatización adicionales y el marco de ingeniería de TIA Portal funcionen perfectamente juntos⁵. Los módulos de comunicación adicionales aumentan las capacidades del PLC, permitiendo una comunicación eficiente y fiable con otros componentes del sistema (Tecnopl, 2022)

2.5 Sentron PAC 3200

Según (Pce-iberica, 2021)., el Sentron PAC 3200 es un multímetro tipo central de medida para la visualización de todos los parámetros de red relevantes en la distribución de energía eléctrica en baja tensión. Puede realizar mediciones monofásicas, bifásicas y trifásicas, y puede utilizarse en redes (sistemas) en esquema TN, TT e IT de dos, tres o cuatro conductores. Gracias a su amplio rango de tensión de medida, el Sentron PAC 3200 con fuente de alimentación multi-rango puede conectarse directamente a cualquier red de baja tensión con una tensión nominal de hasta 690V. Para la medida de corrientes se pueden utilizar transformadores de corriente $\times 1/A$ o $\times 5/A$

Permite obtener más de 50 magnitudes medidas a partir de las magnitudes básicas con valores máximos y mínimos (función de indicador de arrastre), así como valores medios para tensiones simples y compuestas y corrientes. Ver. Figura 2.

Figura 2. Modelo de SENTRON PAC 3200



Fuente: (Siemens, 2023)

Este modelo dispone de una serie de útiles funciones de monitoreo, diagnóstico y servicio técnico, un contador de tarifa doble de energía activa y reactiva, un contador universal y un contador de horas de funcionamiento para monitorear el tiempo de servicio de consumidores conectados.

Por lo que, para la comunicación se puede utilizar la interfaz Ethernet integrada o un módulo de interfaz opcional. Además, dispone de una entrada y una salida digitales multifuncionales. Según (Siemens, 2023), para evitar accesos no autorizados se ha integrado un sistema de protección por clave en la parte frontal del dispositivo.

2.5.1 Medición de Parámetros Eléctricos.

El Sentron PAC 3200 mide una amplia gama de magnitudes eléctricas, incluyendo tensiones, corrientes, potencias (aparente, reactiva y activa) y energía (Siemens, 2019). Por lo que determina y almacena el valor promedio final del período de demanda de potencia activa y reactiva para que el software pueda generar fácilmente la curva de carga. Según (León & Mora, 2011), es un contador universal configurable para contar infracciones de límites, modificaciones de estado en la entrada o salida digital, o para visualizar la energía activa o reactiva entregada vía generador de impulsos

También puede medir la distorsión armónica total (THD), lo que es crucial para evaluar la calidad de la energía en la red

- **Protección y Durabilidad:** El dispositivo tiene una protección frontal IP65, lo que lo hace adecuado para entornos con polvo y humedad.

Está diseñado para ser montado en paneles, lo que facilita su instalación y mantenimiento².

- **Funciones Adicionales:** Permite la supervisión de hasta seis valores límite, lo que ayuda a mantener el control sobre los parámetros críticos del sistema.

Ofrece la posibilidad de controlar y consultar entradas y salidas digitales, ampliando su funcionalidad en aplicaciones más complejas.

- **Aplicaciones Típicas:** El Sentron PAC 3200 es ideal para una variedad de aplicaciones industriales y comerciales, incluyendo:
 - Gestión de Energía: Monitoreo y optimización del consumo energético en instalaciones industriales.
 - Calidad de Energía: Evaluación y mejora de la calidad de la energía suministrada.
 - Automatización de Edificios: Integración en sistemas de gestión de edificios para un control eficiente del uso de energía.

2.5.2 Parámetros Medibles.

En la tabla 1 se especifican los parámetros medibles por el SENTRON PAC 3200 o deducidos de los parámetros base (Siemens, 2019).

Tabla 1. Parámetros Medibles

Valores eficaces (rms)	Descripción	Valor instantáneo	Unidad
Tensión fase-neutro	$U_{L1-N} / U_{L2-N} / U_{L3-N}$	X	[V, kV]
Tensión entre fases	$U_{L1-L2} / U_{L2-L3} / U_{L3-L1}$	X	[V, kV]
Corriente	$I_{L1} / I_{L2} / I_{L3}$	X	[A, kA]
Potencia aparente por fase y total	$S_{L1} / S_{L2} / S_{L3}$ S_{total}	X	[VA, kVA, MVA, GVA]
Potencia activa por fase, positiva/negativa y total	$\pm P_{L1} / \pm P_{L2} / \pm P_{L3}$ $\pm P_{total}$	X	[W, kW, MW, GW]
Potencia reactiva de cada fase, positiva/negativa y total	$\pm Q_{L1} / \pm Q_{L2} / \pm Q_{L3}$ $\pm Q_{total}$	X	[var, kvar, Mvar, Gvar]
Factor de potencia, total	$ PF_{L1} / PF_{L2} / PF_{L3} $ PF_{total}	X	[%]
Frecuencia de red	f	X	[Hz]
Contador de horas de funcionamiento	Bh (tiempo de funcionamiento del consumidor)	-	[h]

Fuente: (Siemens, 2019)

2.5.3 Tipos de parámetros eléctricos

- **Voltaje Trifásico**_ Es esencialmente un sistema de tres voltajes alternos, acopladas y desfasadas 120° entre sí, que equivale a un tercio del periodo. Estos voltajes trifásicos se transportan por un sistema de 3 conductores (3 fases), o de cuatro (3 fases y un neutro) (Robbins & Miller, 2008).

$$V_L = \sqrt{3} * V_f \quad (Ec. 2)$$

También se puede encontrar el valor mediante la ecuación 3.

$$V_L = \frac{P}{\sqrt{3} * I_L * \cos \varphi} \quad (\text{Ec. 3})$$

- **Corriente Trifásica**_ Es producida por un alternador con tres bobinas enrolladas en un sistema de tres piezas entre sí. En este caso, se debe conocer el retorno de cada circuito o fase. Son tres corrientes alternas que tienen diferentes fases, dividiendo así en tres la potencia suministrada.

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} * V_L * \cos \varphi} \quad (\text{Ec. 4})$$

- **Potencia Activa (P)** _ También llamada potencia real es la que se aprovecha como potencia útil, en otras palabras, la potencia que consume un equipo eléctrico. La potencia activa es el promedio a lo largo del tiempo de la potencia instantánea durante uno o más periodos.

$$P = \sqrt{3} * V_L * I_L * \cos \varphi \quad (\text{Ec. 5})$$

- **Potencia Reactiva (Q)**_ Es la potencia compleja que se necesita para generar campos magnéticos o eléctricos pero que no se convierte en trabajo efectivo, sino que oscila por la red entre generador y los receptores. Su unidad de medida es el (VAR).

$$Q = \sqrt{3} * V_L * I_L * \sin \varphi \quad (\text{Ec. 6})$$

- **Potencia Aparente (S)**_ Esta es la suma de la energía disipada en el circuito como calor o trabajo y la energía de los campos eléctricos y magnéticos utilizados para formar sus componentes, que en realidad no se disipa a menos que el factor de potencia esté en la unidad ($\cos = 1$).

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} \quad (\text{Ec. 7})$$

- **Factor de Potencia_** Calcula la eficiencia del consumo eléctrico a la hora de convertirlo en potencia útil, se puede decir que es un indicador del correcto aprovechamiento de la energía eléctrica (Valdiosera, 2013).

$$fp = P/S \quad (Ec. 8)$$

- **Energía Eléctrica_** La energía eléctrica es una forma de energía que surge de la presencia de cargas y positivas neutralizadas en la materia. Además, se puede convertir en muchas otras formas de energía, como la luz o energía lumínica, la energía mecánica y la energía térmica (Mora, 2012).

$$W = P * t \quad (Ec. 9)$$

2.5.4 Tipos de conexión

Según (Tiposde, 2023), existen varios tipos de conexiones eléctricas, cada una con sus características y aplicaciones específicas. A continuación, una descripción de los principales tipos:

- **Conexión en Serie_** En una conexión en serie, todos los componentes están conectados uno tras otro en un solo camino. La corriente fluye a través de cada componente secuencialmente. Si uno de los componentes falla, el circuito se interrumpe y todos los dispositivos dejan de funcionar. Este tipo de conexión es común en sistemas donde la continuidad es crucial, como en las luces de Navidad.
- **Conexión en Paralelo_** En una conexión en paralelo, los componentes están conectados de manera que la corriente puede dividirse y fluir a través de múltiples caminos. Cada componente recibe el mismo voltaje. Si uno de los componentes falla, los otros pueden seguir funcionando. Este tipo de conexión es común en la mayoría de las instalaciones eléctricas domésticas.

- **Conexión Mixta**_La conexión mixta combina elementos de las conexiones en serie y en paralelo. Esto permite aprovechar las ventajas de ambos tipos de conexiones, proporcionando flexibilidad y redundancia en el sistema.
- **Conexión Estrella (Y)**_En una conexión estrella, cada componente está conectado a un punto común (neutro) y a una fase diferente. Este tipo de conexión se utiliza principalmente en sistemas trifásicos y es común en la distribución de energía eléctrica industrial.
- **Conexión Triángulo (Δ)**_En una conexión triángulo, los componentes están conectados en un bucle cerrado, donde cada componente está conectado a dos fases diferentes. Este tipo de conexión también se utiliza en sistemas trifásicos y es común en motores eléctricos para proporcionar un arranque suave.
- **Conexión Zigzag**_La conexión zigzag se utiliza en sistemas trifásicos para equilibrar las cargas y reducir las corrientes de neutro. Es común en transformadores y en aplicaciones industriales donde se requiere una distribución de energía equilibrada.
- **Conexión UV (Scott)**_La conexión UV, también conocida como conexión Scott, se utiliza para convertir sistemas trifásicos en bifásicos. Es común en aplicaciones industriales específicas donde se necesita esta conversión.
- **Conexión a Presión**_Este tipo de conexión utiliza terminales de presión para asegurar los cables. Es común en instalaciones eléctricas residenciales y comerciales debido a su facilidad de uso y fiabilidad.
- **Conexión de Soldadura**_En este tipo de conexión, los cables se unen mediante soldadura, proporcionando una conexión permanente y de baja resistencia. Es común en aplicaciones donde se requiere una conexión duradera y fiable.

- **Conexión de Engarce**_La conexión de engarce utiliza terminales de engarce para unir los cables. Es común en aplicaciones automotrices y electrónicas debido a su facilidad de instalación y fiabilidad.
- **Conexión de Montaje en Panel**_Este tipo de conexión se utiliza en paneles de control y distribución, donde los componentes se montan en un panel y se conectan mediante terminales o conectores específicos.
- **Conexión de Empalme Tipo Pala.** Este tipo de conexión utiliza conectores de pala para unir los cables. Es común en aplicaciones donde se requiere una conexión rápida y fácil de desconectar.

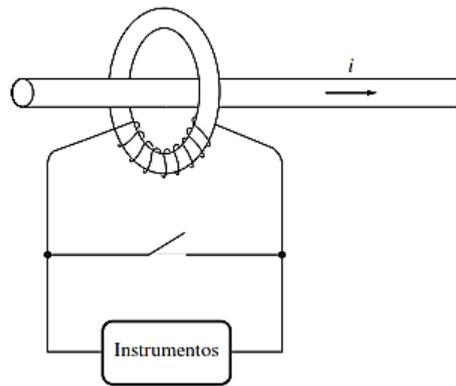
Según (Tiposde, 2023), cada tipo de conexión eléctrica tiene sus propias ventajas y desventajas, y la elección del tipo adecuado depende de la aplicación específica y los requisitos del sistema.

2.6 Transformador de Corriente

Los transformadores de corriente son transformadores de propósito especial con los sistemas de potencia para efectuar mediciones. Toman una muestra de la corriente en una línea y la reducen a un nivel seguro y medible.

El transformador de corriente consta de un devanado secundario enrollado alrededor de un anillo ferromagnético, con una sola línea primaria pasando a través del centro del anillo. Este anillo capta y concentra una pequeña muestra del flujo de la línea primaria. Dicho flujo induce un voltaje y una corriente en el devanado secundario.

Los valores nominales de los TC se dan como relaciones de la corriente primaria con la secundaria. Las relaciones típicas de un transformador de corriente con 600:5, 800:5 o 1000:5. Una corriente de 5A es la estándar en el secundario de un transformador de corriente (Chapman, 2012).

Figura 3. Transformador de Corriente

Fuente: (Chapman, 2012)

De igual forma (Alcántar Bazúa, 2015), manifiesta que un transformador de corriente puede generar una tensión en el secundario peligrosamente alta cuando el circuito secundario se encuentra abierto mientras existe flujo de corriente en el primario. Como los flujos magnéticos de ambos devanados no son iguales, se produce un flujo magnético resultante que origina una inducción magnética en el núcleo del transformador suficiente para generar un voltaje inducido en el secundario que mantiene la corriente medida, si por algún motivo se abriera el secundario la variación del flujo con el tiempo induciría un valor de tensión alto que puede resultar peligroso, por esta razón el instrumento conectado en el secundario de un TC, no se debe desconectar sin antes poner en cortocircuito el secundario y conectarlo a tierra.

Para elegir el transformador de corriente más adecuado hay que tener en cuenta los siguientes criterios:

Corriente de Primario: Es la corriente nominal que va a medir el transformador

Corriente de Secundario: Es el valor de corriente transformada, Por lo que según (CIRCUTOR, 2022), la corriente de secundario depende sobre todo del analizador que tengamos, ya que en este se indica el tipo de entrada de corriente.

2.6.1 Tensión de aislamiento

De acuerdo con (Fornieles, 2020) es importante tener cuidado para asegurarse que el TC presente un aislamiento acorde al voltaje pleno del sistema. Por ejemplo, los TC en la clase 600V se utilizan para sistemas de 480V y los TC en la clase de 15kV se emplearían en sistemas de 13,8 kV (Alcántar Bazúa, 2015).

Figura 4. Niveles de Tensión de Aislamiento

Tensión más elevada [kV]	Nivel de aislamiento (BIL)	
	Tensión a frecuencia industrial [kV]	Tensión de impulso tipo rayo [kVp]
0,72	3	-
1,2	6	-
3,6	10	40
7,2	20	60
12	28	75
17,5	38	95
24	50	125
36	70	170

Fuente: (Fornieles, 2020)

2.6.2 Carga del Transformador

Es la impedancia del circuito secundario, expresado en voltio-amperios (VA) absorbidos por el circuito secundario. Esta carga en inglés burden corresponde al equipo de medida conectado y el cableado del TC. El fabricante del transformador facilita la carga máxima que admite para garantizar una clase de precisión.

Clase de Precisión: Según la norma IEC 61869-2, se establecen las siguientes clases de precisión para los transformadores de medida. Esta misma norma establece los límites de error según el porcentaje de la corriente nominal del transformador. (Fornieles, 2020)

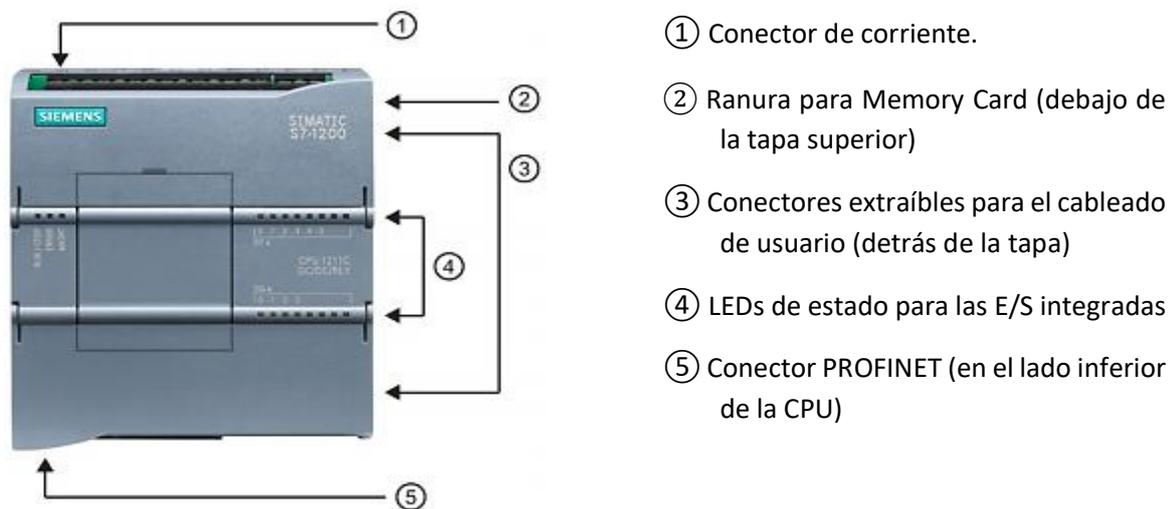
2.7 Controlador Lógico Programable (PLC S7-1200)

Un Controlador Lógico Programable (Programmable Logic Controller) es una computadora especializada diseñada para interactuar con la maquinaria y son ideales para

ejecutar operaciones repetitivas y predecibles. Por lo general, están diseñados para resistir entornos hostiles y ejecutar instrucciones dentro de estrictas limitaciones de tiempo.

El PLC S7-1200 ofrece la capacidad y flexibilidad de controlar una gran variedad de dispositivos para realizar las distintas labores de automatización. Gracias a su diseño compacto, configuración flexible y amplias instrucciones. Es idóneo para controlar una gran diversidad de aplicaciones. Además, tiene capacidad para cubrir el espectro de comunicaciones inalámbricas y remotas gracias a su interfaz PROFINET o Ethernet incorporada (Romero, 2019). Los componentes del PLC S7-1200 se observan en la Figura 5, que integra un microprocesador, una fuente de alimentación integrada y circuitos de entrada y salida en una carcasa compacta, formando así un PLC, debido a su diseño compacto y configuración flexible.

Figura 5. Partes del PLC S7-1200



Fuente: (Siemens AG, 2018)

2.7.1 Características y Aspectos del PLC S7-1200

Las características demuestran que la evolución de la familia del PLC es muy importante al momento de asignar la aplicación que se utilizarán, en la Tabla 2 se presentan los más relevantes.

Tabla 2. Características y Aspectos del PLC S7-1200

Características CPU	CPU 1214C	Aspectos
CPUs	DC/DC/DC, AC/DC/RLY, DC/DC/RLY	Alta capacidad de procesamiento. Cálculo de 64 bits. Bloques de función para control de ejes conforme a PL Copen. Entradas analógicas integradas. Interfaz Ethernet / PROFINET integrado.
Memoria de trabajo, Integrada	75 KB	
Memoria de carga, Integrada	4 MB	
Memoria retentiva, Integrada	10 KB	
Memoria de Bit (M)	8 KB	
E/S analógicas integradas	2 entradas	
E/S digitales integradas	14 entradas / 10 Salidas	Programación mediante la herramienta del software STEP 7 Basic V15.1 para la configuración y programación.
Tamaño de imagen de proceso	1024 bytes para entradas y salidas	
Expansión de tarjeta de señal	1 máx.	
Max. E/S Locales – Digitales	284	
Expansión de módulos de señal	8 máx.	
Max. E/S Locales – Análogas	67	

Fuente: (Siemens AG, 2018)

2.8 Software TIA Portal

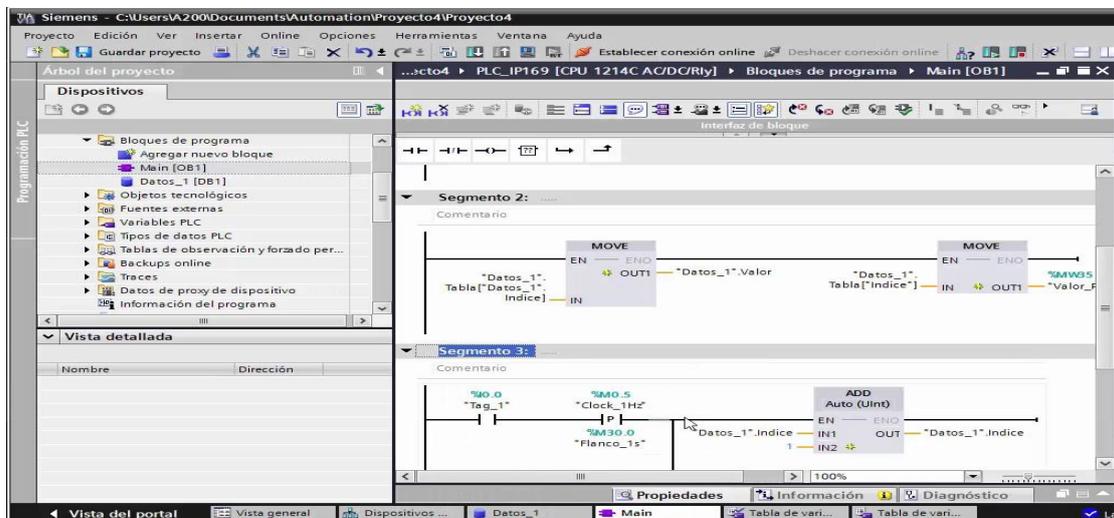
El Software TIA Portal (Totally Integrated Automation) de la empresa Siemens AG está estructurado para brindar alta eficiencia y ser amigable con el usuario, ofreciendo una gran diversidad de funciones que vinculan la digitalización y la automatización de una manera eficaz y gestionable, además de ser la base de todos los paquetes de diseño para programar, configurar y poner en servicio productos de automatización. En la Figura 6 se presenta la vista del proyecto que está orientada a los elementos de programación del proyecto actual, la creación de programas y la comunicación de los equipos a manipular (SIEMENS, 2019).

El TIA Portal facilita el acceso completo las funciones orientadas a la práctica para todas las fases de proyectos de automatización, desde el desarrollo de la planificación hasta la

ingeniería y la puesta en marcha. Además de su amplio framework de ingeniería para incluir nuevas gamas de funciones prácticas de digitalización y se concentra con el comisionamiento virtual para acortar los tiempos de ingeniería. Las principales características de las innovaciones son la extensión de las posibilidades de aplicación, la expansión de la cartera de la estandarización, digitalización y una mayor eficiencia de la ingeniería.

El software cuenta con herramientas de control para los PLC S7-1200 y los paneles de la Gama HMI Basic Panels. Así mismo, STEP 7 (S7) ofrece la posibilidad de trabajar con los siguientes lenguajes de programación:

Figura 6. Presentación del Interfaz del TIA Portal



Fuente: Elaboración propia.

- KOP (LD o LAD): Diagrama de contactos o lógica de escalera.
- FBS (FUP o FBD): Diagrama de funciones, programación por bloques.
- SLC: Lenguaje estructurado, programación basada en texto.

Las características que se pueden configurar en los módulos son las siguientes:

- E/S digitales. Las entradas pueden configurarse para detectar flancos ascendentes o descendentes; un ejemplo como para la "captura de pulsos".

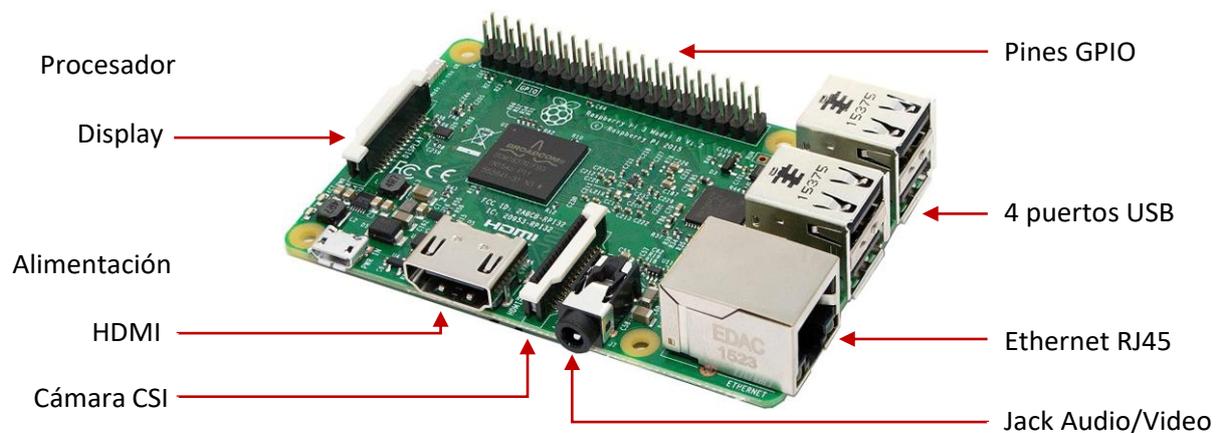
- E/S analógicas: Es posible establecer los parámetros de las distintas entradas, tales como el tipo de medición o el rango; así como habilitar el diagnóstico de rebase por defecto o por exceso. Las salidas analógicas ponen a disposición parámetros tales como el tipo de salida y de diagnóstico (Romero, 2019).

2.9 Microprocesador Raspberry Pi

Considerando a los autores (Escalante & Vargas, 2019), la Raspberry Pi es una computadora del tamaño de una tarjeta de crédito de bajo costo que se conecta a un monitor de computadora o a un televisor y utiliza un teclado y un mouse estándar. Es un pequeño dispositivo que permite a personas de todas las edades explorar la informática y aprender a programar en lenguajes como Scratch y Python. Es capaz de hacer todo lo que se esperaría que hiciera una computadora de escritorio, desde navegar por Internet y reproducir videos de alta definición, hasta crear hojas de cálculo, procesar textos y jugar juegos.

En la Figura 7 se puede observar que consta de memoria RAM, puertos de entrada y salida de audio y video, conexiones de red, ranuras SD para almacenamiento, pines GPIO, cámaras tipo CSI y un puerto para la alimentación.

Figura 7. Partes del Raspberry Pi 3 Modelo B



Fuente: Elaboración propia, considerando información de (Escalante & Vargas, 2019).

Así también, lleva todas las conexiones habituales de un ordenador estándar, permitiendo conectar el miniordenador a periféricos necesarios como teclado y mouse para conectarlo a un monitor y utilizarlo como un ordenador de sobremesa o como un centro multimedia, este microprocesador cuenta con un System on Chip (Augusto, 2018). Tiene la capacidad de interactuar con el mundo exterior y se ha utilizado en una amplia gama de proyectos de creadores digitales, desde máquinas de música y detectores de padres hasta estaciones meteorológicas y pajareras con cámaras infrarrojas (Raspberrypi, 2024)

2.9.1 Aplicaciones de Raspberry Pi

- **Servidor web:** La Raspberry Pi puede configurarse como un servidor web básico utilizando software como Apache o Nginx. Esto la hace adecuada para alojar sitios web estáticos o servir como un entorno de pruebas para desarrolladores.
- **Proyectos de Internet de las Cosas (IoT):** Gracias a su capacidad para interactuar con sensores y dispositivos, la Raspberry Pi es ampliamente utilizada en proyectos de IoT, facilitando la creación de sistemas automatizados y conectados.
- **Estaciones meteorológicas:** Es posible usar la Raspberry Pi para recolectar y analizar datos climáticos mediante la integración de sensores, lo que permite mostrar los resultados en tiempo real.
- **Centro multimedia:** Con la Raspberry Pi, se puede crear un centro de entretenimiento que reproduzca videos en alta definición y música utilizando software como Kodi.
- **Robótica:** La Raspberry Pi se emplea en proyectos de robótica, donde puede ser programada para controlar motores y otros componentes electrónicos.
- **Educación:** Diseñada inicialmente para promover la enseñanza de la informática, la Raspberry Pi es utilizada en escuelas y universidades para enseñar programación y electrónica. (Ionos, 2022)

2.9.2 Software Raspberry Pi

El software disponible para la Raspberry Pi está diseñado con un enfoque en la accesibilidad y facilidad de uso, lo que permite a los usuarios sacar el máximo provecho del hardware. El sistema operativo más recomendado es Raspberry Pi OS (anteriormente conocido como Raspbian), que es una versión optimizada de Debian. Este sistema operativo incluye diversas herramientas y programas que facilitan tanto el aprendizaje como el desarrollo de proyectos (Calvo, 2022). Además de Raspberry Pi OS, se pueden utilizar otros sistemas operativos compatibles, como:

- Windows 10 IoT: Una versión de Windows enfocada en dispositivos IoT, que permite a los desarrolladores crear aplicaciones para el ecosistema de Windows.
- Arch Linux ARM: Una distribución ligera y altamente configurable que los usuarios pueden adaptar a sus necesidades.
- RISC OS: Un sistema operativo alternativo que ofrece una interfaz gráfica distinta y es apreciado por algunos entusiastas de la Raspberry Pi.

La Raspberry Pi también admite una amplia variedad de lenguajes de programación, siendo Python el más utilizado y promovido. No obstante, también es posible programar en otros lenguajes como C, Perl y Ruby (Calvo, 2022).

2.10 Modbus/TCP

Según el autor (Qualiatech, 2021), es un protocolo de comunicación con interfaz TCP que se ejecuta en un entorno o 'Internet' utilizando los protocolos TCP/IP. El uso más común de los protocolos en este momento es para la conexión Ethernet de PLC's, módulos de E/S y "puertas de enlace" a otros buses de campo o redes de E/S simples

En MODBUS, las transacciones de datos son tradicionalmente sin estado, lo que las hace altamente resistentes a las interrupciones del ruido y, sin embargo, requieren que se mantenga una mínima información de recuperación en cada extremo. A lo que se considera (Logicbus,

2019), en donde se manifiesta que esto se logró en las variantes más simples mediante un token exclusivo de “inicio de sesión”, y en la variante MODBUS Plus por las capacidades explícitas de “Ruta del programa” que mantuvieron una asociación dúplex hasta que se desglosaron explícitamente.

2.11 Elementos de Diseño Web

2.11.1 Software Power Manager

Se considera (Autycom, 2024), en la que manifiesta que el software de monitorización de energía Power Manager presenta magnitudes características importantes para los diferentes aparatos y todo el sistema en un panel de estructura clara y analiza así los consumos de energía. Este software visibiliza y analiza los flujos de energía. Junto con los analizadores de red 7KT/7KM PAC, conforma un completo sistema de monitorización de energía para pequeñas y medianas empresas en industria e infraestructuras. Fácil de poner en marcha y ampliable en todo momento.

Figura 8. Software Powermanager



Fuente: (SIEMENS, 2012)

El software Power Manager de Siemens, Figura 8 se caracteriza por:

1. La recolección de datos y análisis de los flujos de energía a todos los niveles.
2. Interfaz amigable en su inicialización de manera fácil y escalabilidad flexible
3. Un ahorro rápido gracias a la comparación directa de los diferentes consumidores
4. Permite una vigilancia continua de la distribución de energía.

2.11.2 Interfaz de Usuario a SENTRON Power Manager

La interfaz de usuario es un componente crucial en el sistema de monitoreo de eficiencia energética, ya que facilita la interacción del usuario con los datos registrados por los medidores SENTRON PAC 3200. La interfaz debe ser intuitiva, clara y fácil de manejar, permitiendo que los encargados del sistema puedan interpretar rápidamente los parámetros eléctricos. Para este propósito, se desarrollará una interfaz gráfica amigable que presentará en tiempo real los valores de voltaje, corriente y potencia, entre otros, mediante gráficos y tablas. Esta interfaz también ofrecerá alertas visuales en caso de que los parámetros monitoreados superen los umbrales permitidos, lo que ayudará a prevenir posibles fallas en el sistema eléctrico de la institución (Berrezueta Reyes, 2015).

Figura 9. Interfaz de SENTRON Power Manager



Fuente: (Siemens, 2023)

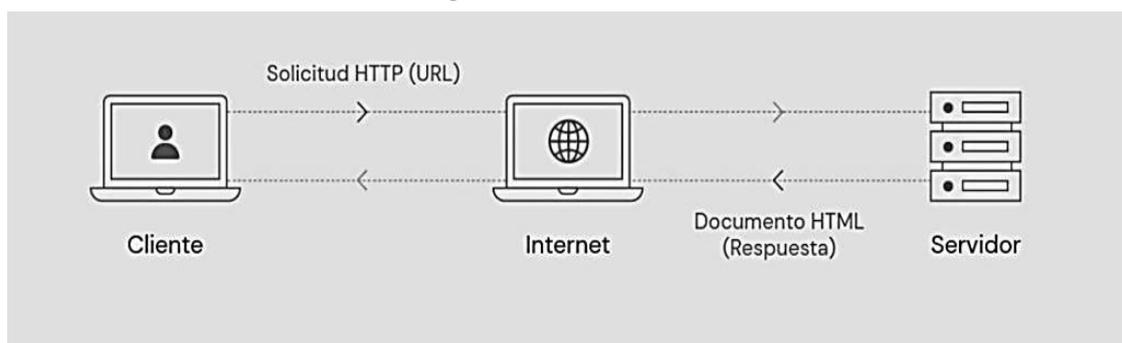
2.11.3 Estructura del Diseño

La estructura del diseño del sistema se basa en una arquitectura modular que facilita su escalabilidad y mantenimiento. El sistema estará compuesto por tres elementos principales: el hardware de medición, el software de monitoreo y la red de comunicación. El hardware incluye los medidores SENTRON PAC 3200, que estarán conectados a puntos estratégicos de la red eléctrica para captar los parámetros en tiempo real. El software, por su parte, se encargará de procesar y mostrar estos datos en la interfaz de usuario, permitiendo un análisis rápido y eficiente. La red de comunicación, utilizando el protocolo Modbus/TCP, será la encargada de transmitir los datos desde los medidores hasta el servidor central, donde serán procesados y almacenados.

2.11.4 Servidor Web

El servidor web será el núcleo del sistema de monitoreo, encargado de centralizar los datos provenientes de los medidores y proporcionar acceso a los mismos a través de una plataforma en línea. Utilizando tecnologías, el servidor ofrecerá un entorno seguro y confiable para que los usuarios puedan acceder a la información desde cualquier lugar con conexión a internet. El servidor gestionará tanto las consultas en tiempo real como el almacenamiento histórico de los datos eléctricos, permitiendo realizar análisis comparativos y generar reportes que ayudarán a mejorar la eficiencia energética en la institución (Betania, 2024).

Figura 10. Cliente-servidor



Fuente: (Betania, 2024)

2.12 Dispositivos de Interconexión de Redes

En la red, además de la tarjeta y los cables, existen dispositivos que permiten intercambiar datos entre nodos de la red, aunque se encuentren en un segmento diferente. Por lo tanto, estos dispositivos están diseñados para destacar las barreras de interconexión entre sí, sin interrumpir el funcionamiento de la red. Su objetivo es proporcionar servicios de comunicación de datos de forma confiable con respecto a diferentes redes con diferentes tecnologías a los usuarios según (Jimeno Flores & Visitación Castillo , 2019).

La Tabla 3 describe los tipos de dispositivos básicos utilizados para crear redes. En muchos casos, existen equipos comerciales que integran las funcionalidades de varios de los dispositivos de redes como es el caso del Ethernet y el inalámbrico.

Tabla 3. Tipos de dispositivos de comunicación

Red	Dispositivo	Descripción
Ethernet	Hub	Centraliza el cableado de una red y poder ampliarla, es decir, que recibe una señal y esta señal la emite por diferentes puertos.
	Switch	Opera generalmente en la capa 2 del modelo OSI. Funcionan como un Hub, pero pueden identificar el destino deseado de la información recibida.
	Router	Asigna diferentes preferencias a los mensajes que fluyen por la red y buscar soluciones alternativas cuando un camino está muy cargado.
Inalámbrica	Adaptador inalámbrico	Permite a un equipo conectarse a una red inalámbrica. El dispositivo se conecta a través de USB, PCI, PCMCIA o se integrarse en el equipo.
	Bridge inalámbrico	Interconecta dos redes cableadas de forma inalámbrica. Se utiliza para enlazar distintos edificios de forma que entre todos formen una misma red.
	Punto de Acceso (Access Point)	Es similar al de un Hub de ethernet, debido a que ofrece interconexión entre los equipos inalámbricos y a todos estos con un equipo en la red cableada.
	Router inalámbrico	Tiene funciones de un punto de acceso con las labores de un Router y suelen incluir un switch ethernet. Interconecta equipos inalámbricos y cableados.

Fuente: Elaboración propia.

2.13 Switch Tp-link 8 Puertos 10/100 Mbps

Es un conmutador de escritorio de ethernet rápido de 100Mbps y que proporciona ocho puertos RJ45 de auto negociación de 10/100M que admiten interfaz medianamente dependiente automático (MDI / MDIX). Incorpora 8 puertos RJ45, ver Figura 11.

Figura 11. Switch Tp-link Fast Ethernet TL-SF1008D



Fuente: (Tp-link, 2018)

2.13.1 Características del Dispositivo

Estas características se considera con referencia (Tp-link, 2018), donde se manifiesta que son de carcasa de plástico, diseñado como equipo de sobremesa o montarlo en la pared, su control de flujo IEEE 802.3x permite una transmisión confiable de datos, e incorpora 8 puertos RJ45 a 10/100 Mbps con detección automática de velocidad soporte para MDI/MDIX automático, con una tecnología de ahorro de energía para Ethernet que reduce hasta el 60 %.

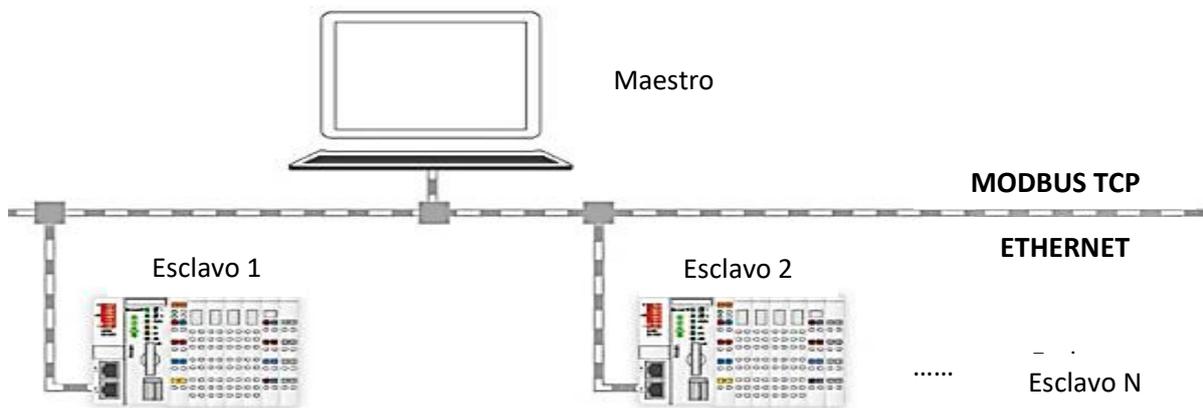
2.14 Protocolos de Comunicación

Organizaciones como IETF e ISCO estandarizan protocolos a través de sus RFC como es el protocolo Modbus (Liberatori, 2018).

2.14.1 Protocolo de Comunicación Modbus TCP/IP

De acuerdo con los autores Castro & Alvarado (2017) describen al Modbus como “un protocolo de comunicación abierto, utilizado para transmitir información a través de redes en serie entre dispositivos electrónicos. El dispositivo que solicita la información se llama maestro y los dispositivos que suministran la información son los esclavos”, ver Figura 12.

Figura 12. Estructura de la comunicación Modbus TCP/IP



Fuente: (Castro & Alvarado, 2017)

Protocolo Modbus TCP Dentro del Modelo OSI. El modelo de Interconexión de sistemas abiertos (OSI), es una estructura estandarizada de varias capas que nos enseña a entender los distintos niveles de comunicación (Hurtado, 2020).

2.14.2 Protocolo de Comunicación S7

El protocolo S7 es compatible con todas las CPUs y procesadores de comunicación S7 disponibles. Según (SIEMENS, 2019), el **Protocolo S7 Dentro del Modelo OSI.** es el backbone de las comunicaciones de Siemens, su implementación de Ethernet se basa en Protocolo TCP y en el ISO por su diseño orientado a bloques (Gallo, 2018). En la Figura 13 se presenta la estructura del protocolo S7 en OSI.

Figura 13. Estructura Protocolo S7 en el modelo OSI

Capa de aplicación		Protocolo S7	Protocolo S7	Protocolo S7	FMS	DP	PA			
Capa de presentación					Protocolo S7					
Capa de sesión										
Capa de transporte	UDP	RFC1006	ISO	Protocolo S7	Protocolo S7	Protocolo S7	Protocolo S7			
		TCP								
Capa de red	IP									
Capa de enlace de datos	ETHERNET INDUSTRIAL				FDL		PROFIBUS			



Fuente: (SIEMENS, 2019)

2.14.3 Protocolo de Comunicación MQTT

La comunicación MQTT trata de un protocolo de mensajería con soporte para la comunicación asíncrona entre las partes. Por lo que según (Sancán Delgado , 2020), manifiesta que el **Protocolo MQTT dentro del Modelo OSI** se localiza en las capas superiores de OSI, y normalmente se apoya en TCP/IP. Esto significa que los participantes de una aplicación MQTT deben tener una pila TCP/IP

Figura 14. Protocolo MQTT en el modelo OSI

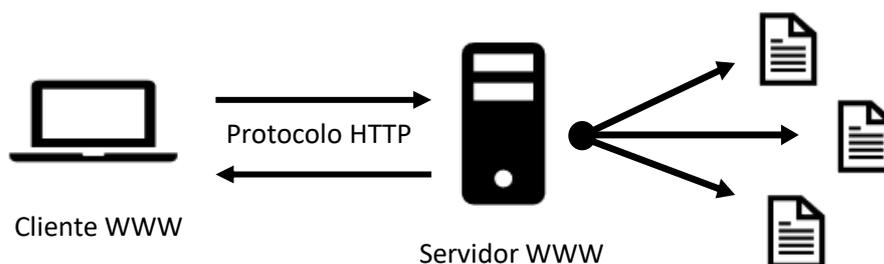


Fuente: (Sancán Delgado , 2020)

2.14.4 Protocolo Http

El protocolo de transferencia de hipertexto en sus siglas HTTP, es el protocolo usado en cada transferencia de la web. Cuando se escribe una URL en el navegador se interpreta en tres partes las cuales son: Nombre del servidor, Nombre del archivo especificado, Protocolo.

Figura 15. Protocolo HTTP



Fuente: Elaboración propia.

2.15 Aplicación Web

Se la define como un software que se ejecuta en el navegador web, a través de las cuales empresas, organizaciones, y cualquier entidad tiende a intercambiar información y proporcionar servicios de forma remota. Esta aplicación se conecta a una base de datos para cargar la información, y el contenido varía cada vez que un usuario accede a ellas. Por lo tanto, estas aplicaciones están en constante cambio y pueden ofrecer diferente información en función de la interacción de los usuarios. Estos sitios web dinámicos se basan su comportamiento y funcionalidad considerando el lado del cliente y el lado del servidor.

Según (Barba Soler, 2014), los elementos que permiten estructurar el diseño web que se añaden al interfaz de la aplicación, tomando en cuenta la interacción con los usuarios y los elementos dinámicos; además la estética y diseño de la identidad que representa son: la tipografía, imágenes, disposición de contenidos, botones y muchos elementos que varían con la finalidad de la aplicación web.

2.16 Base de Datos

Es una colección de datos integrados y almacenados en un soporte secundario. Así mismo son un conjunto de programas por lotes que usan dichos datos (recuperación, inserción, modificación y borrado) con relación a los usuarios en línea que interaccionan con la base. Es decir, son datos integrados, adecuados a varios usuarios y a diferentes usos (Gómez Fuentes, 2013).

2.16.1 Ventajas de las Bases de Datos.

- Coherencia de los resultados.
- Independencia de los datos frente a los tratamientos y viceversa.
- La seguridad de los datos.
- Mejor disponibilidad de los datos para el conjunto de los usuarios.

- Mayor valor informativo.
- Reducción del espacio de almacenamiento.

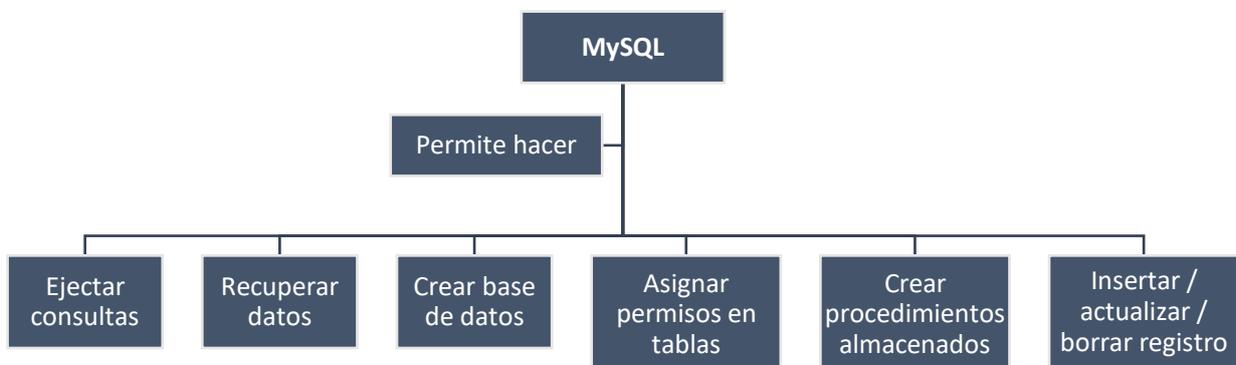
2.16.2 Sistema de Gestión de Bases de Datos

El sistema de gestión de la base de datos (SGBD) es una aplicación que permite a los usuarios crear, definir y gestionar una base de datos, además de proporcionar un acceso controlado a la misma. Según el autor (Marqués, 2020), lo denomina un conjunto formado por la base de datos y los programas de aplicación que dan servicio a la organización u empresa.

2.16.3 Bases de Datos MySQL

MySQL es el sistema de administración de bases de datos relacionales más popular en la actualidad porque se basa en un código fuente abierto para formar y facilitar la comunicación entre sitios web y servidores. Tiene muchas ventajas que lo hacen muy interesante para los desarrolladores. Según el autor (Quinaluiza Arias, 2018), considera que, al trabajar con bases de datos relacionales, es decir, utiliza muchas tablas interconectadas para almacenar y organizar la información de forma lógica. Al ser de código abierto, es de fácil acceso y cuenta con una gran comunidad que brinda soporte a otros usuarios

Figura 16. Que realiza la base de datos MySQL



Fuente: Elaboración propia.

Según indica (Gustavo, 2020) MySQL se basa en el modelo cliente-servidor. El núcleo de MySQL es el servidor MySQL que maneja todos los comandos de la base de datos. MySQL Server está disponible como un programa independiente para su uso en entornos de red cliente-servidor y como una biblioteca que se puede integrar en aplicaciones independientes. Desarrollado para manejar rápidamente grandes bases de datos.

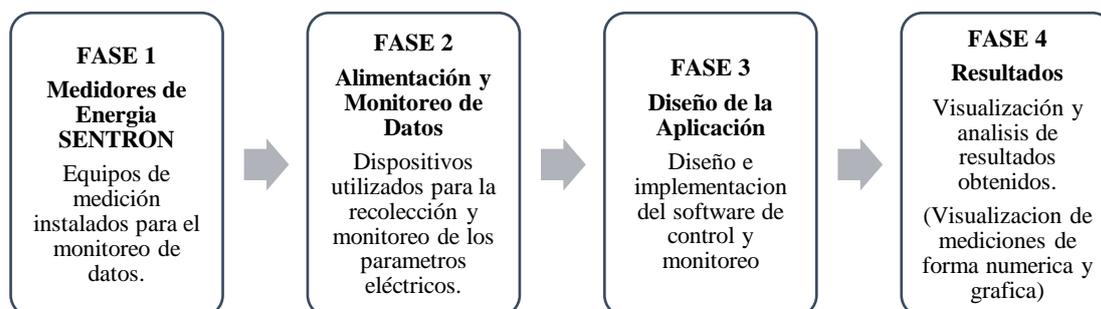
CAPITULO III. DISEÑO DEL PROYECTO

En el presente capítulo se describen los materiales, herramientas y procedimientos desarrollados para el diseño y creación del sistema como también de la página Web, a través de la cual se reflejarán los datos en línea relacionados con los parámetros eléctricos obtenidos de los medidores en referencia con el consumo de energía.

3.1 Descripción del Proyecto

El proyecto se desarrolló conforme a las fases de ejecución que se presentan en la siguiente Figura 178, en donde describe la fase 1 como medidores de energía SENTRON, fase 2 alimentación y monitoreo de datos, fase 3 diseño de la aplicación y por último la fase 4 de resultados.

Figura 17. Fases de descripción del proyecto



Fuente: Elaboración Propia.

FASE 1 Medidores de Energía SENTRON: En esta fase se realizó la revisión de las comunicaciones y estado de los medidores de energía SENTRON, los cuales están diseñados para medir y monitorear con precisión los parámetros eléctricos, como voltaje, corriente y potencia. Se realizó la revisión y constatación de la integridad de los equipos antes de su instalación en el nuevo software, asegurando que estuviesen en condiciones óptimas para su funcionamiento. La correcta instalación de estos medidores es esencial, ya que forman la base

del sistema de monitoreo y de la medición precisa con relación al consumo de energía en las instalaciones de la ULEAM.

FASE 2 Alimentación y Monitoreo de Datos: Esta fase se enfocó en la implementación de dispositivos y sistemas que facilitan la recolección y monitoreo continuo de los datos eléctricos generados por los medidores instalados. Se establecieron conexiones adecuadas entre los medidores y el sistema de control mediante protocolos como Modbus TCP/IP, permitiendo la captura de información en tiempo real. Además, se aseguraron las fuentes de alimentación necesarias para el funcionamiento continuo de los dispositivos de medición y monitoreo.

FASE 3 Diseño de la Aplicación: En esta fase, se desarrolló una aplicación web que integra todas las funciones necesarias para el control y monitoreo de los parámetros eléctricos. Se utilizó un enfoque de diseño centrado en el usuario, implementando lenguajes y tecnologías como HTML, CSS, JavaScript y PHP, junto con un marco de trabajo como Bootstrap para optimizar el diseño. Esta aplicación permite el acceso a los datos recolectados, gestionar la visualización de estos y ofrecer opciones de análisis a los usuarios.

FASE 4 Resultados: La fase final se relaciona con la visualización y análisis de los resultados obtenidos a través del sistema de medición. Se implementaron herramientas para mostrar los datos de forma numérica y gráfica, facilitando el análisis del consumo energético. A través de la visualización se permite a los usuarios realizar decisiones con base a los datos sobre el uso de la energía y el impacto en la eficiencia energética de las instalaciones. Además, se generan reportes que permiten un seguimiento histórico de los datos, contribuyendo a una mejor gestión y optimización del consumo eléctrico.

3.1.1 Comprobación del embalaje y herramientas a utilizar

Antes de proceder al montaje se debe realizar las siguientes comprobaciones:

- Revisar si existe en el embalaje desperfectos, luego verificar la integridad del embalaje la cual es sumamente importante para realizar su respectiva integración.

- Comprobar desperfectos externos del productor, buscar aseguramiento del dispositivo y verificar daños en el dispositivo.

Para la instalación del equipo se necesita las siguientes herramientas:

- Herramienta cortadora para el recorte del panel y destornillador PH2 cal. ISO 6789.

3.2 Configuración e Instalación de SENTRON PAC3200

Para la instalación de este tipo de equipo de medición en cada una de las extensiones, se debe primeramente realizar un minucioso cálculo para la selección de los TC, además de su respectiva protección y el conductor a escoger debe ser de acuerdo con la corriente (amperaje) que pueda soportar esta misma de acuerdo a las especificaciones que están indicadas la cual se debe respetar que son de 13 A.

3.2.1 Procedimiento para la instalación de SENTRON PAC 3220

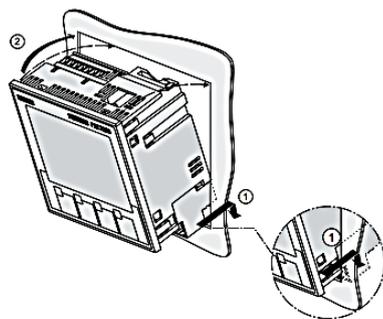
Para la instalación del SENTRON PAC3220 en el cuadro de interruptores debe realizar e indicarse lo siguiente:

1. Realizar un recorte de $92,0^{+0,8} \times 92,0^{+0,8} \text{ mm}^2$ en el panel (a no ser que ya esté hecho), luego evite tener electricidad estática en su cuerpo. Observe las directivas ESD en el apéndice.
2. Adapte y fije el dispositivo al panel con los dos soportes que se adjuntan (figura "Proceso 1"). y sujete el dispositivo con una mano y coloque los soportes en los lados izquierdo y derecho de la carcasa. Para ello, introduzca los salientes del soporte (2) en la abertura de la carcasa (1) destinada a tal efecto. A continuación, sujete el saliente de enganche colocando los dedos índice y medio en el apoyo, mientras empuja el saliente con el pulgar, como se indica en la imagen "Proceso 2". El sistema de enganche de los soportes permite fijar rápidamente el dispositivo en el panel sin necesidad de

herramientas. Para una mayor seguridad, se puede incrementar la presión de fijación de manera uniforme en todos los lados utilizando los cuatro.

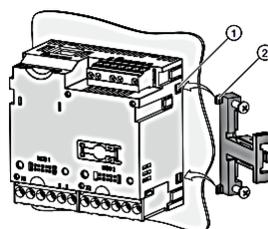
3. Ajuste de manera uniforme los 4 tornillos de ambos soportes aplicando un torque de entre 0,025 y 0,03 Nm (ver figura "Proceso 3"). La junta incorporada de fábrica en el dispositivo garantiza un sellado adecuado del corte en el panel.
- En caso de utilización de la interfaz Ethernet: Asegure la tracción del conector RJ45 fijando el cable Ethernet al panel. Siga las instrucciones de la figura "Proceso 4" en el punto (3), utilizando un sujetacables, autoadhesivo o un dispositivo de montaje adecuado.
4. Respectivamente se puede considerar un enchufe en el módulo de ampliación de manera opcional. Las instrucciones aparecen en el módulo de ampliación.

Figura 18. Proceso 2, Conexiones para terminales.



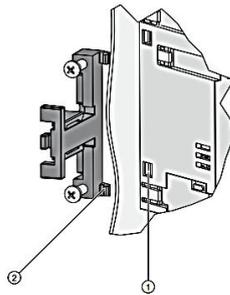
Fuente: Proceso de instalación del Sentron PAC 3200, obtenido de (Pce-iberica, 2021).

Figura 19. Proceso 3

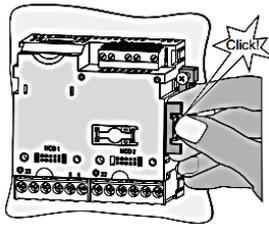


Paso de montaje B

Fuente: Proceso de fijación del Sentron PAC 3200, obtenido de (Pce-iberica, 2021)

Figura 20. Proceso 4

Fuente: Proceso de instalación del Sentron PAC 3200, obtenido de (Pce-iberica, 2021).

Figura 21. Proceso 5

Fuente: Proceso de instalación del Sentron PAC 3200, obtenido de (Pce-iberica, 2021).

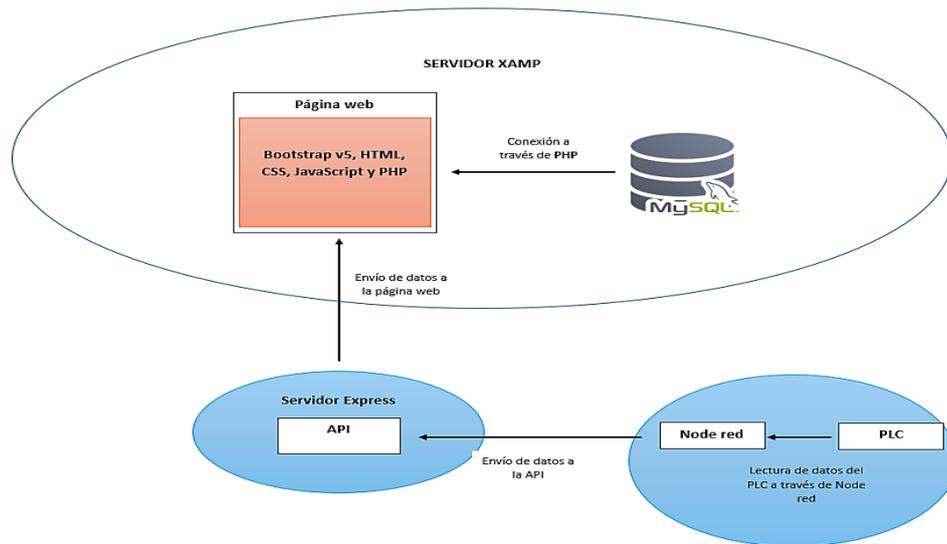
3.3 Desarrollo de aplicación Web

En el desarrollo de la aplicación web se han utilizado diversas tecnologías para optimizar su funcionamiento y diseño. El servidor local se gestiona mediante XAMPP, que permite alojar la página web y sus componentes (HTML, CSS, JavaScript, PHP) junto con la base de datos de manera local. MySQL se ha elegido base de datos para gestionar y almacenar la información requerida.

3.3.1 Arquitectura de la aplicación Web

La Figura 22, representa el diagrama de la arquitectura de una aplicación web que integra múltiples tecnologías para la recolección, procesamiento y visualización de datos. En el servidor XAMPP, se aloja la página web que utiliza Bootstrap v5, HTML, CSS, JavaScript y PHP para su diseño, estructura y funcionalidad. La base de datos MySQL se conecta a la página web mediante PHP para almacenar y gestionar los datos. Por otro lado, el Servidor Express permite la creación de una API que se comunica con Node-RED, el cual, a su vez, obtiene datos directamente del PLC.

Figura 22. Diagrama Arquitectura de la Aplicación Web

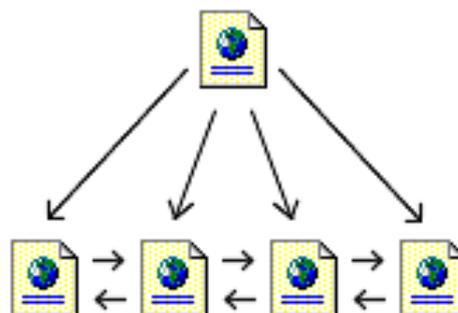


Fuente: Elaboración Propia

Estos datos se envían desde el PLC a la API a través de Node-RED y luego son transferidos a la página web para su visualización, proporcionando una interfaz interactiva y dinámica que refleja la información en tiempo real.

En referencia a la arquitectura de la Figura 22, la estructura de la aplicación web es fundamental, ya que facilita al usuario la visualización de los contenidos de manera sencilla y clara. Se utiliza una organización mixta con jerarquía y linealidad, lo que permite un diseño híbrido que mantiene el contenido organizado de forma jerárquica y, al mismo tiempo, accesible en una secuencia lineal como se lo describe en la Figura 23.

Figura 23. Estructura Lineal con Jerarquía



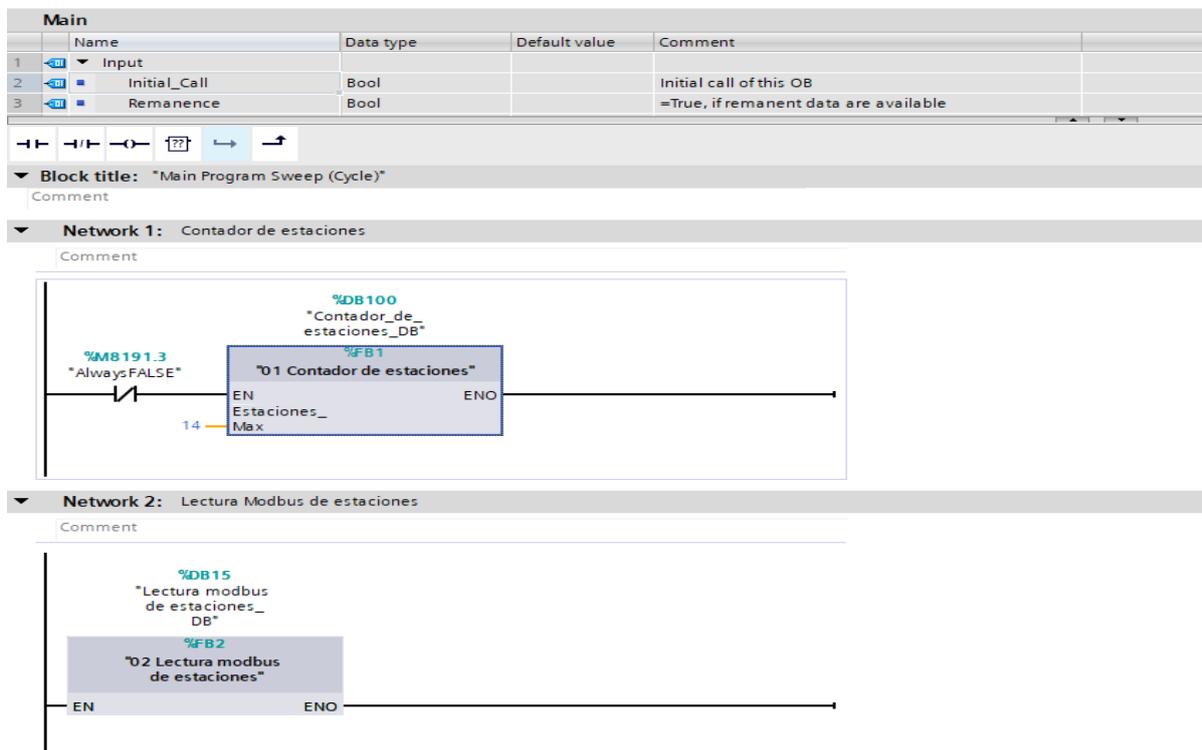
Fuente: (Lamarca Lapuente, 2019)

Las páginas están interconectadas, lo que optimiza la navegación y mejora la experiencia del usuario al proporcionar acceso intuitivo a toda la información. En la Figura 27. Se muestra el proyecto en referencia al programa principal (MAIN) del PLC consta de 2 bloques:

- Bloque de lógica de paso de estaciones
- Bloque de lectura de estación Modbus

El bloque de paso de estaciones cuenta con un parámetro formal de entrada llamado “Estaciones_Max” donde se debe indicar el número de estaciones a leer, para nuestro caso son 14 medidores, así que en el parámetro formal escribimos este número. (ver Figura 24).

Figura 24. Programa principal del PLC



Fuente: Elaboración propia

El bloque de paso de estaciones simplemente es un contador incremental que, utilizando el número de su contador, lee al respectivo medidor de energía. Por ejemplo, si el contador de

este bloque marca “1” se leerá los parámetros del medidor #1 que en nuestro caso pertenece a Medicina. Los números de estación Modbus se describen en la Figura 25.

Figura 25. Ubicación de medidores



Fuente: Elaboración propia

3.3.2 Tecnología usada en el desarrollo de la aplicación Web

La tecnología usada para el desarrollo fue el lenguaje de programación, empleando varias herramientas: HTML para la estructura de la página, CSS para el diseño y estilo, PHP para la conexión con MySQL y la generación de reportes, y JavaScript para desarrollar una API que recolecta datos del PLC usando Node-RED, permitiendo su visualización en la página web.

Tabla 4. Tecnología Usada Para la Creación de la Página Web

Tecnología	Nombre de la tecnología a usar
Servidor local	XAMP: Aloja la página web con todos sus elementos HTML, CSS, JavaScript, PHP y la base de datos de manera local.
Base de datos	MySQL
Lenguaje de programación	HTML: Se usa para la estructura de la página web. CSS: Usada para aplicar diseño y formato a los diferentes elementos usados en los documentos HTML de la página. PHP: Usada para la conexión a la base de datos MySQL y para la realización de consultas para reportes. JavaScript: Usada para programar una API que permite obtener los datos leídos del PLC a través de node red y mostrarlos en la página.
Framework	Bootstrap V5: Usado para dar más diseño a la página web.
Servidor Express	Usado para levantar un servidor local para la API.

Fuente: Elaboración Propia

Además, el framework Bootstrap V5 facilita el diseño responsivo y estético de la interfaz. Por último, se usa Servidor Express para implementar un servidor local que levante la API, permitiendo una integración eficiente de todos los componentes.

El uso de esta tecnología asegura una arquitectura eficiente y funcional, donde la página web muestra información en tiempo real, almacenada y organizada en una base de datos, con un diseño moderno y adaptativo.

3.3.3 Infraestructura del servidor local y funcionalidades dinámicas

- **XAMPP:** Se utilizó XAMPP como servidor local para alojar la página web y sus componentes. Este servidor permite el alojamiento de los archivos HTML, CSS, JavaScript y PHP, así como la base de datos MySQL de manera local.
- **JavaScript:** Se utilizó JavaScript para programar la lógica dinámica en la página web. Un aspecto importante fue la creación de una API que permite mostrar los datos obtenidos desde el PLC.

3.3.4 Estructura y diseño de la página web

- **HTML:** Se empleó para definir la estructura de la página web, organizando los elementos de la interfaz de usuario como secciones, encabezados, formularios y reportes.
- **CSS:** Se utilizó CSS para aplicar estilos y dar formato a los elementos HTML, logrando un diseño visualmente atractivo y responsivo.
- **Bootstrap V5:** Se integró el framework Bootstrap V5 para agilizar el diseño de la página, añadiendo componentes y funcionalidades predefinidas, como menús de navegación, botones y diseño adaptable (responsive design).

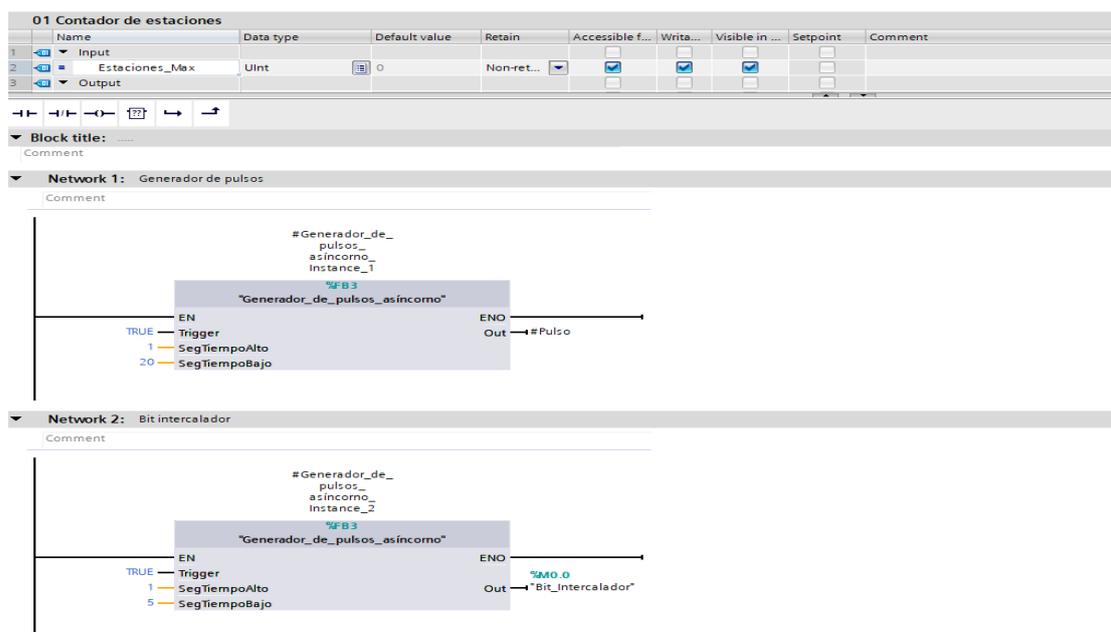
3.4 Flujo del proceso

- El **PLC** envía datos a través de **Node-RED**, en donde se leen y procesan, para que después el Node-RED envía los datos al servidor Express, que levanta una API local.
- La página web, mediante **JavaScript**, consume la API y muestra los datos dinámicamente en la interfaz. Posterior a esto la conexión con la base de datos MySQL se realiza a través de **PHP**, permitiendo almacenar y recuperar información según sea necesario.
- La página web se ejecuta localmente en el servidor **XAMPP**, donde todos los componentes (HTML, CSS, JS y PHP) trabajan de manera integrada.

3.4.1 Lógica de paso de estaciones

El primer segmento (network 1) es un generador de pulsos y se indica 1 segundo de tiempo en alto y 20 segundos de tiempo en bajo, esto se usará para generar pulsos en la entrada del contador y así ir recorriendo las diferentes estaciones.

Figura 26. Bloque de lógica de paso de estaciones



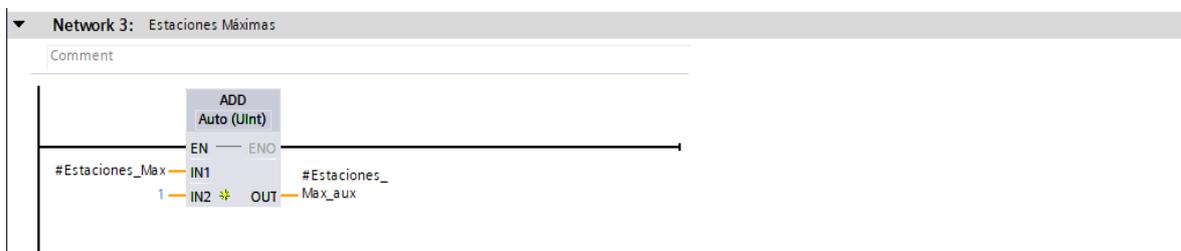
Fuente: Elaboración Propia

El tiempo bajo indica 20 segundos, este es el tiempo de espera antes de cambiar de estación, por lo que se leerá la estación indicada del contador durante por segundos antes de

cambiar a la siguiente. Ver Figura 26. Así también, se muestra el segundo segmento (network 2), que es de igual forma un generador de pulsos que intercala la lectura de datos globales (voltajes, corrientes, potencias) por las lecturas de energía, esto es así porque los datos globales están en una dirección de parámetros Modbus y el valor de energía está en otra dirección de parámetros Modbus.

El segmento 3 se utiliza para resetear el valor del contador cuando este llegue al límite máximo de estaciones indicadas en el parámetro formal de entrada del bloque (14 para nuestro caso), como se muestra en la Figura 27.

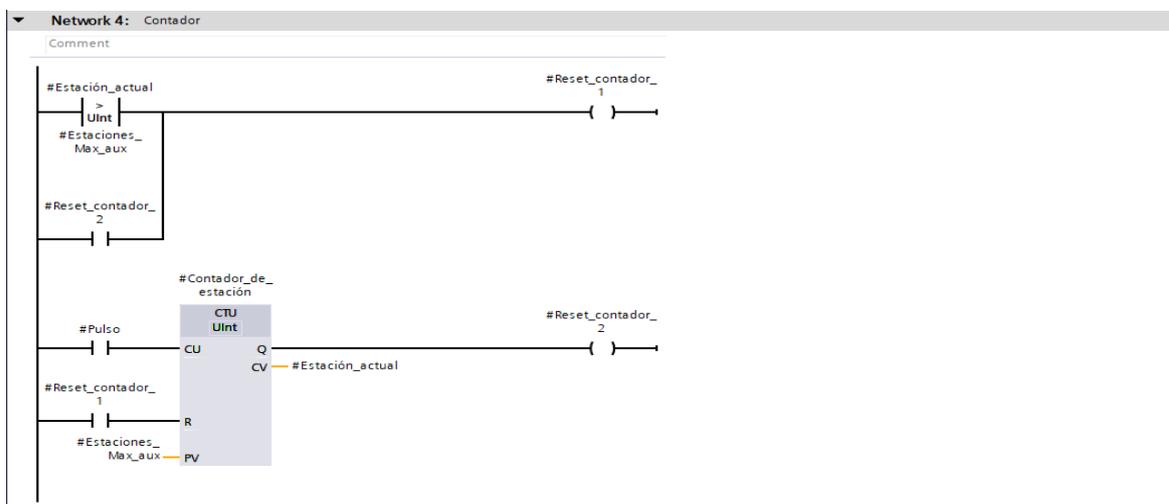
Figura 27. Network 3 – Estación máxima



Fuente: Elaboración Propia

En la Figura 28, se muestra el segmento 4 que se refiere al contador propiamente, recibe el pulso del generador de pulsos del primer segmento, cuenta e indica la estación actual a leer.

Figura 28. Network 4 - Contador



Fuente: Elaboración Propia

3.4.2 Estructura de la Base de Datos con relación a cada medidor de energía

En la Tabla 5, Se muestra la estructura de la Base de Datos de cada medidor registrado en las diferentes áreas. La información obtenida indica las áreas de memoria donde se registran los datos Modbus de cada medidor. Así, cada medidor contiene estas variables y mediante comunicación Modbus y a través del cual se facilita la consulta de sus valores, cada medidor lleva su propia dirección IP, esto sirve para diferenciarlos entre ellos y saber a qué áreas pertenecen los datos leídos.

Tabla 5. Estructura BD de cada medidor

	Name	Data type	Offset	Start value	Retain	Accessible f...	Writa...	Visible in ...	Setpoint	Comment
1	01 Medicina									
2	Static									
3	Medidor	"Medidor"	0.0			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
4	Datos	Array[1..37] of Real	0.0			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
5	Datos[1]	Real	0.0	0.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		TENSIÓN L1 N
6	Datos[2]	Real	4.0	0.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		TENSIÓN L2 N
7	Datos[3]	Real	8.0	0.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		TENSIÓN L3 N
8	Datos[4]	Real	12.0	0.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		TENSIÓN L1 L2
9	Datos[5]	Real	16.0	0.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		TENSIÓN L2 L3
10	Datos[6]	Real	20.0	0.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		TENSIÓN L1 L3
11	Datos[7]	Real	24.0	0.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		CORRIENTE L1
12	Datos[8]	Real	28.0	0.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		CORRIENTE L2
13	Datos[9]	Real	32.0	0.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		CORRIENTE L3
14	Datos[10]	Real	36.0	0.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		POTENCIA APARENTE L1
15	Datos[11]	Real	40.0	0.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		POTENCIA APARENTE L2
16	Datos[12]	Real	44.0	0.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		POTENCIA APARENTE L3
17	Datos[13]	Real	48.0	0.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		POTENCIA ACTIVA L1
18	Datos[14]	Real	52.0	0.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		POTENCIA ACTIVA L2
19	Datos[15]	Real	56.0	0.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		POTENCIA ACTIVA L3
20	Datos[16]	Real	60.0	0.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		POTENCIA REACTIVA L1
21	Datos[17]	Real	64.0	0.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		POTENCIA REACTIVA L2
22	Datos[18]	Real	68.0	0.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		POTENCIA REACTIVA L3
23	Datos[19]	Real	72.0	0.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		FACTOR DE POTENCIA L1
24	Datos[20]	Real	76.0	0.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		FACTOR DE POTENCIA L2
25	Datos[21]	Real	80.0	0.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		FACTOR DE POTENCIA L3
26	Datos[22]	Real	84.0	0.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		THDR TENSIÓN L1
27	Datos[23]	Real	88.0	0.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		THDR TENSIÓN L2
28	Datos[24]	Real	92.0	0.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		THDR TENSIÓN L3
29	Datos[25]	Real	96.0	0.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		THDR CORRIENTE L1
30	Datos[26]	Real	100.0	0.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		THDR CORRIENTE L2
31	Datos[27]	Real	104.0	0.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		THDR CORRIENTE L3
32	Datos[28]	Real	108.0	0.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		FRECUENCIA
33	Datos[29]	Real	112.0	0.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		TENSIÓN MEDIA VLN
34	Datos[30]	Real	116.0	0.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		TENSIÓN MEDIA VLL
35	Datos[31]	Real	120.0	0.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		CORRIENTE MEDIA
36	Datos[32]	Real	124.0	0.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		POTENCIA APARENTE TOTAL
37	Datos[33]	Real	128.0	0.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		POTENCIA ACTIVA TOTAL
38	Datos[34]	Real	132.0	0.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		POTENCIA REACTIVA TOTAL
39	Datos[35]	Real	136.0	0.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		FACTOR DE POTENCIA TOTAL
40	Datos[36]	Real	140.0	0.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		DESBALANCE DE AMPLITUDES DE TENSIÓN
41	Datos[37]	Real	144.0	0.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		DESBALANCE DE AMPLITUDES DE CORRIENTE
42	Energia	Array[1..1] of LReal	148.0			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
43	Energia[1]	LReal	148.0	0.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
44	Bloque_1	Struct	156.0			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
45	Mode	USInt	156.0	0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
46	Data_Addr	UDInt	158.0	40002		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
47	Data_Len	UInt	162.0	74		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
48	Done	Bool	164.0	false		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
49	Busy	Bool	164.1	false		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
50	Error	Bool	164.2	false		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
51	Status	Word	166.0	16#0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
52	Status_Catch	Word	168.0	16#0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
53	Connect	TCON_IP_v4	170.0			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
54	Bloque_2	Struct	184.0			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
55	Mode	USInt	184.0	0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
56	Data_Addr	UDInt	186.0	40802		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
57	Data_Len	UInt	190.0	4		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
58	Done	Bool	192.0	false		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
59	Busy	Bool	192.1	false		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
60	Error	Bool	192.2	false		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
61	Status	Word	194.0	16#0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
62	Status_Catch	Word	196.0	16#0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
63	Connect	TCON_IP_v4	198.0			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

Fuente: Elaboración propia

Así también, se muestra la Tabla 6 de registros de datos (magnitudes) Modbus de un medidor de energía Sentron PAC3200, en la cual se indica los registros de memoria que se obtienen en referencia a los valores de variables a leer por el PLC.

Tabla 6. Registro de datos (magnitudes) obtenidas

Tabla 3-6 Magnitudes medidas disponibles

Offset	Número de registros	Nombre	Formato	Unidad	Rango admitido	Acceso
1	2	Tensión U_{L1-N}	Float	V	-	R
3	2	Tensión U_{L2-N}	Float	V	-	R
5	2	Tensión U_{L3-N}	Float	V	-	R
7	2	Tensión U_{L1-L2}	Float	V	-	R
9	2	Tensión U_{L2-L3}	Float	V	-	R
11	2	Tensión U_{L3-L1}	Float	V	-	R
13	2	Corriente L1	Float	A	-	R
15	2	Corriente L2	Float	A	-	R
17	2	Corriente L3	Float	A	-	R
19	2	Potencia aparente L1	Float	VA	-	R
21	2	Potencia aparente L2	Float	VA	-	R
23	2	Potencia aparente L3	Float	VA	-	R
25	2	Potencia activa L1	Float	W	-	R
27	2	Potencia activa L2	Float	W	-	R
29	2	Potencia activa L3	Float	W	-	R
31	2	Potencia reactiva L1	Float	var	-	R
33	2	Potencia reactiva L2	Float	var	-	R
35	2	Potencia reactiva L3	Float	var	-	R
37	2	Factor de potencia L1	Float	-	0 ... 1	R
39	2	Factor de potencia L2	Float	-	0 ... 1	R
41	2	Factor de potencia L3	Float	-	0 ... 1	R
43	2	THD-R en tensión L1	Float	%	0 ... 100	R
45	2	THD-R en tensión L2	Float	%	0 ... 100	R
47	2	THD-R en tensión L3	Float	%	0 ... 100	R
49	2	THD-R en corriente L1	Float	%	0 ... 100	R
51	2	THD-R en corriente L2	Float	%	0 ... 100	R
53	2	THD-R en corriente L3	Float	%	0 ... 100	R
55	2	Frecuencia	Float	Hz	45 ... 65	R
57	2	Tensión media U_{L-N}	Float	V	-	R
59	2	Tensión media U_{L-L}	Float	V	-	R
61	2	Corriente media	Float	A	-	R
63	2	Potencia aparente total	Float	VA	-	R
65	2	Potencia activa total	Float	W	-	R
67	2	Potencia reactiva total	Float	var	-	R
69	2	Factor de potencia total	Float		-	R
71	2	Desbalance de amplitudes en tensión	Float	%	0 ... 100	R
73	2	Desbalance de amplitudes en corriente	Float	%	0 ... 200	R
801	4	Energía activa importada, tarifa 1	Double	Wh	Desbordamiento 1. 0e+12	RW

Fuente: Elaboración propia

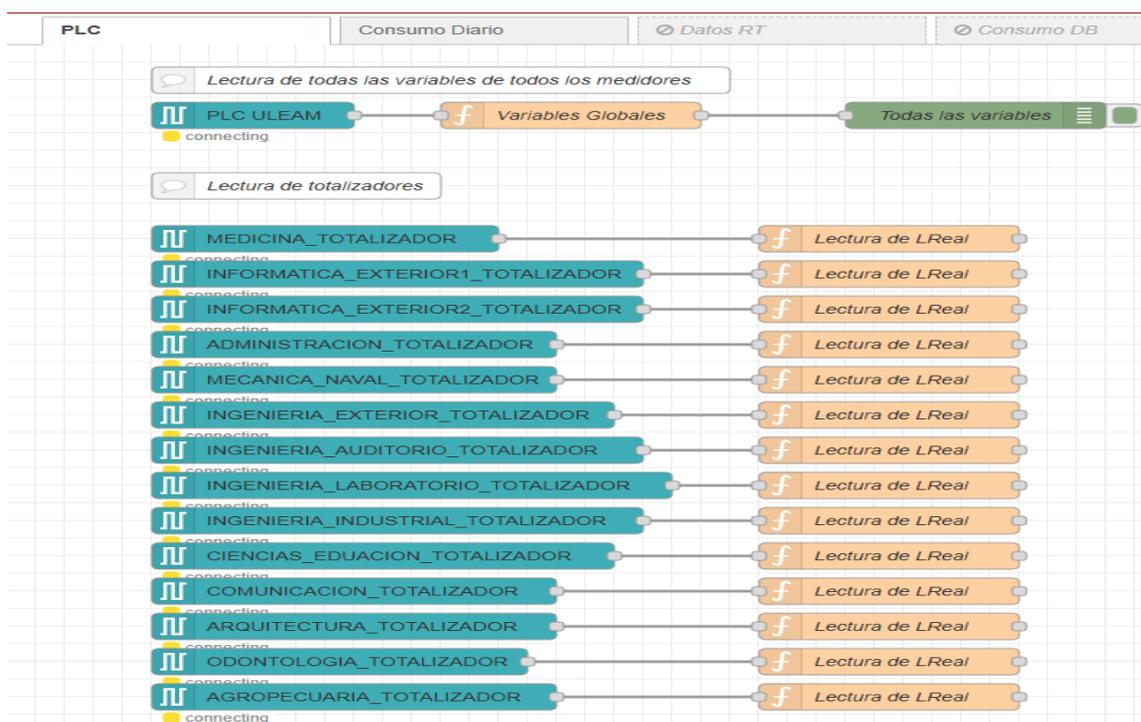
Los datos globales con relación a los parámetros eléctricos (tensión, corriente, potencia aparente, potencia activa, potencia reactiva, factor de potencia, frecuencia, desbalance de amplitudes) se leen desde el registro 1 hasta el 73 en un solo bloque de lectura, y se utiliza otra lectura para leer la energía en el registro 801.

3.4.3 Comunicación con el PLC y API local desde un Node-Red

- **Node-RED:** Se configuró Node-RED para leer los datos del PLC y enviarlos a través de una API.
- **Servidor Express:** Se utilizó el framework **Express** para levantar un servidor local que gestiona la API, permitiendo enviar los datos leídos del PLC y mostrarlos en la página web.

En la Figura 29, se muestra a través de la pestaña como se realizan las lecturas del PLC al computador que tiene el rol de servidor.

Figura 29. Lectura de Datos del PLC desde un Node Red



Fuente: Elaboración propia

Así también, se describen las variables globales en relación a los parámetros eléctricos (voltajes, corrientes, potencias), que se leen en un solo bloque y sus valores son insertados en variables locales por el bloque de función “Variables Globales”, y las lecturas de energía se leen individualmente porque sus datos deben ser procesados y estructurados por el bloque de función “Lectura de LReal”. Ver **Anexo** Bloque de función de variables globales.

Este bloque recibe el valor de la lectura de energía en 4 segmentos de datos, por lo que es necesario darles un formato, de eso se encarga el bloque de función “Lectura de LReal” y contiene el siguiente código. Ver Tabla 7.

Tabla 7. Código de variables

```
var rawData = new ArrayBuffer(8);
var intView = new Int16Array(rawData);
var floatValue = new Float64Array(rawData);
intView[0] = msg.payload[3]; //low
intView[1] = msg.payload[2]; //high
intView[2] = msg.payload[1]; //high
intView[3] = msg.payload[0]; //low
msg.payload = parseFloat(floatView[0].toFixed(2));
msg.payload = (msg.payload / 1000).toFixed(2);
msg.payload = parseFloat(msg.payload);
node.status({ fill: "blue", shape: "ring", text: msg.payload });
global.set('MEDICINA.ENERGIA', msg.payload);
return msg;
```

Fuente: Elaboración propia

3.4.4 Conexión con la base de datos

Se implementó PHP para la conexión con la base de datos MySQL, facilitando la realización de consultas y la recuperación de información. Esta integración permitió enviar y mostrar datos relevantes en la página web, como reportes o registros obtenidos del PLC. Así también se utilizó MySQL como base de datos para almacenar la

información proveniente del sistema, permitiendo realizar consultas estructuradas y organizar los datos de manera eficiente.

3.5 Sistema integrado de monitoreo

En la Figura 30 se describe la dirección IP, MAC Address y el lugar donde se encuentran ubicados los medidores en la ULEAM .

Figura 30. Dirección IP - Ubicación de los medidores

IP, MAC Address y el lugar de equipos integrados en el sistema de monitoreo.

Nº	EQUIPO	DIRECCIÓN IP	MAC ADDRESS	FACULTAD
1	Gateway	10.253.100.1	E4:8D:8C:08:87:B5	DIIT
2		10.253.100.2	20:BB:C6:0C:AB:3E	Medicina (Exterior)
3		10.253.100.3	20:BB:C6:0A:F5:9B	Informática 1 (Exterior)
4		10.253.100.4	20:BB:C6:0B:E2:38	Informática 2 (Exterior)
5		10.253.100.5	20:BB:C6:0C:AE:4E	Administración Empresas (Exterior)
6		10.253.100.6	20:BB:C6:0B:AB:2E	Mecánica Naval (Exterior)
7	Medidores	10.253.100.7	20:BB:C6:0B:C0:56	Ingeniería 1 (Exterior)
8	SENTRON PAC3200	10.253.100.8	20:BB:C6:0B:1E:0C	Ingeniería 2 (Auditorio)
9		10.253.100.9	20:BB:C6:0C:AB:34	Ingeniería 3 (Lab. de Potencia)
10		10.253.100.10	20:BB:C6:0B:E3:2E	Ing. Industrial (Exterior)
11		10.253.100.11	20:BB:C6:0C:AB:2C	Ciencias de la Educación (Exterior)
12		10.253.100.12	20:BB:C6:01:D3:BD	Comunicación (Bodega)

Fuente: Elaboración propia

3.6 Verificación de la funcionalidad de los equipos de medición instalados

En el instante de verificar el funcionamiento del programa para la recolección de datos pudimos observar que seis de los 14 medidores instalados en la ULEAM no nos envían datos

como se muestra en la Figura 31, Por lo cual procedimos hacer la inspección correspondiente en campo de los medidores.

Figura 31. Lectura de Datos General

Name	Address	Display format	Monitor value	Modify value	Comment
Contador_de_estaciones_DB.Estación_actual		DEC	8		
01 Medicina.Medidor.Datos[1]	%DB1.DBDO	Floating-point nu...	0.0		10.253.100.2
02 Informática Exterior 1.Medidor.Datos[1]	%DB2.DBDO	Floating-point nu...	0.0		10.253.100.3
03 Informática Exterior 2.Medidor.Datos[1]	%DB3.DBDO	Floating-point nu...	0.0		10.253.100.4
04 Administración.Medidor.Datos[1]	%DB4.DBDO	Floating-point nu...	125.8785		10.253.100.5
05 Mecánica Nava.Medidor.Datos[1]	%DB5.DBDO	Floating-point nu...	119.0418		10.253.100.6
06 Ingeniería Exterior.Medidor.Datos[1]	%DB6.DBDO	Floating-point nu...	119.2838		10.253.100.7
07 Ingeniería Auditorio.Medidor.Datos[1]	%DB7.DBDO	Floating-point nu...	112.4699		10.253.100.8
08 Ingeniería Lab.Medidor.Datos[1]	%DB8.DBDO	Floating-point nu...	128.2734		10.253.100.9
09 Ing Industrial.Medidor.Datos[1]	%DB9.DBDO	Floating-point nu...	122.7605		10.253.100.10
10 Ciencias Educación.Medidor.Datos[1]	%DB10.DBDO	Floating-point nu...	119.0156		10.253.100.11
11 Comunicación.Medidor.Datos[1]	%DB11.DBDO	Floating-point nu...	0.0		10.253.100.12
12 Arquitectura.Medidor.Datos[1]	%DB12.DBDO	Floating-point nu...	121.6873		10.253.100.13
13 Odontología.Medidor.Datos[1]	%DB13.DBDO	Floating-point nu...	0.0		10.253.100.14
14 Agropecuaria.Medidor.Datos[1]	%DB14.DBDO	Floating-point nu...	0.0		10.253.100.15

Simbolo del sistema
 Respuesta desde 10.253.100.15: bytes=32 tiempo<1m TTL=128
 Respuesta desde 10.253.100.15: bytes=32 tiempo=1ms TTL=128
 Respuesta desde 10.253.100.15: bytes=32 tiempo=1ms TTL=128
 Estadísticas de ping para 10.253.100.15:

Fuente: Elaboración propia

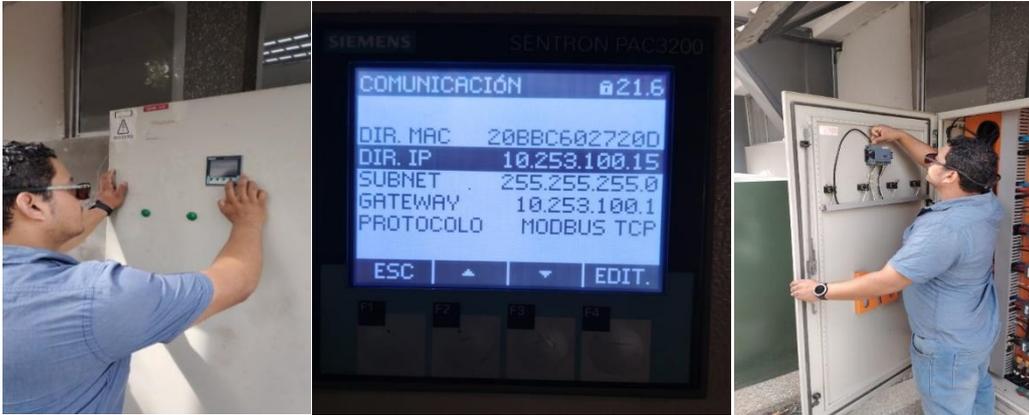
3.5.1 Facultad de Agropecuaria

El medidor de energía instalado es un instrumento que permite la visualización de los parámetros eléctricos. A parte de medir los valores de magnitudes eléctricas como tensiones y corrientes y otros parámetros, se realizó la respectiva inspección en el tablero de la facultad de Agropecuaria, como se muestra en la Figura 32, para verificar la MAC (Media Access Control) del medidor Siemens Sentron PAC 3200 con n° MAC 20BBC602720D y la IP fija con n° 10.253.100.15 y posteriormente verificar los niveles de voltaje porque nos encontramos con la novedad de que en algunos tableros eran bifásicos.

El uso de los canales de comunicación (RS485 o Profibus), permite intercambiar datos con el medidor de energía Siemens Sentron PAC3200, así también facilita la configuración de la pantalla, como el control y consulta de E / S (entradas/salidas)

digitales, que se encuentran en el medidor de energía. Se realizó la comprobación de la correcta conexión del cable de Ethernet con su conector rj45.

Figura 32. Lectura de Datos Tablero de Agropecuaria



Fuente: Elaboración propia

NOVEDAD: Encontramos con la novedad que la IP que se estableció para el dispositivo no está enviando datos, nos pusimos en contacto con el Dip para la verificación de que la dirección IP y MAC coincidan y si coinciden, pero no tenemos pin y se procedió a realizar el seguimiento de red y comprobar si el puerto asignado para el medidor está en el segmento donde se encuentran alojado todos los medidores de la ULEAM.

3.5.2 Facultad de Ingeniería Industrial

Verificación de los múltiples parámetros que nos ofrece el medidor Sentron PAC 3200 de la marca Siemens como se puede visualizar en la Figura 33,

Figura 33. Lectura Medidor de Ingeniería



Fuente: Elaboración propia

En referencia a la imagen los voltajes de la Línea 1 que corresponde a 119 V consiguiendo la línea 2 nos muestra un voltaje de 121 V y respectivamente la línea 3 su voltaje refleja 124 v.

*NOTA dichas mediciones se comparó con los obtenidos en nuestro software para confirmar el correcto funcionamiento de nuestro programa y los resultados fueron favorables las mediciones son las correctas.

Datos de comunicación del medidor de Ingeniería 1.

Dirección MAC: 20BBC60BC056 // Dirección IP: 10.253.100.7 // Puerto de enlace: 10.253.100.1 // Protocolo: Modbus TCP

Se realizó la verificación del funcionamiento en la conexión del cable de ethernet, respectivamente enviando información de los parámetros del medidor Siemens Sentron PAC 3200, como también se hizo la revisión de las funciones que nos brinda el medidor de Siemens para observar los múltiples parámetros del dispositivo, como se muestra en la Figura 34.

Figura 34. Verificación funcionamiento tablero en Ingeniería



Fuente: Elaboración propia

3.5.3 Facultad de Marítima

El medidor de energía Siemens Sentron PAC3200 nos permite la visualización de los parámetros de red más relevantes de mayor importancia en la electricidad magnitudes como tensiones y corrientes y otros parámetros más. Se realizó la respectiva inspección en

el tablero de la facultad de Ingeniería Marítima para verificar la MAC y la IP fija que están detalladas en la parte superior, como se muestra en la Figura 35.

Datos de comunicación del medidor de la facultad de Marítima

Dirección MAC: 20BBC60CAB2E // Dirección IP: 10.253.100.6 // Puerto de enlace:
10.253.100.1 // Protocolo: Modbus TCP

Figura 35. Verificación funcionamiento en Marítima



Fuente: Elaboración propia

3.5.4 Facultad de Comunicación

En la verificación y revisión del funcionamiento con relación al medidor sentron pac 3200 nos encontramos con la novedad que la conexión mediante el conector rj45 estaba presentando problemas interferencias el cual se procedió a realizar un nuevo ponchado para corregir cualquier interferencia. Ver Figura 36.

Figura 36. Revisión funcionamiento en Comunicación



Fuente: Elaboración propia

3.5.5 Facultad de Odontología

En la inspección que se realizó al medidor que está ubicado en la facultad de odontología podemos observar que el estado de la pantalla del medidor sentron pac 3200 ubicado en el sitio no se encuentra en buen estado, como se lo muestra en la Figura 37.

Figura 37. Estado de la pantalla del medidor en Odontología



Fuente: Elaboración propia

3.5.6 Facultad de Informática

En esta Facultad se encuentran instalados 2 medidores sentron pac 3200 con la IP: 10.253.100.3 y la IP: 10.253.100.4. En la inspección realizada se encontró que están fuera de servicio mencionados medidores, es decir fuera de funcionamiento, en referencia a que el sistema de alimentación y de red se encontró cortado y desconectado. Ver Figura 38.

Figura 38. Estados de medidores en facultad de informática



Fuente: Elaboración propia

3.5.7 Facultad de Medicina

En esta Facultad se encuentra instalado un medidor sentron pac 3200 con la IP: 10.253.100.2. Donde se constató que también se encuentra fuera de servicio en su sistema de alimentación y de comunicación con relación a la IP. Ver Figura 39.

Figura 39. Estado del medidor en la Facultad de Medicina



Fuente: Elaboración propia

3.5.8 Ubicación de otros medidores

Los medidores ubicados en ingeniería (auditorio) y el laboratorio de potencia se encuentran sin novedad, y los medidores ubicados en las otras diferentes áreas de la ULEAM se encuentran de manera similar sin novedad.

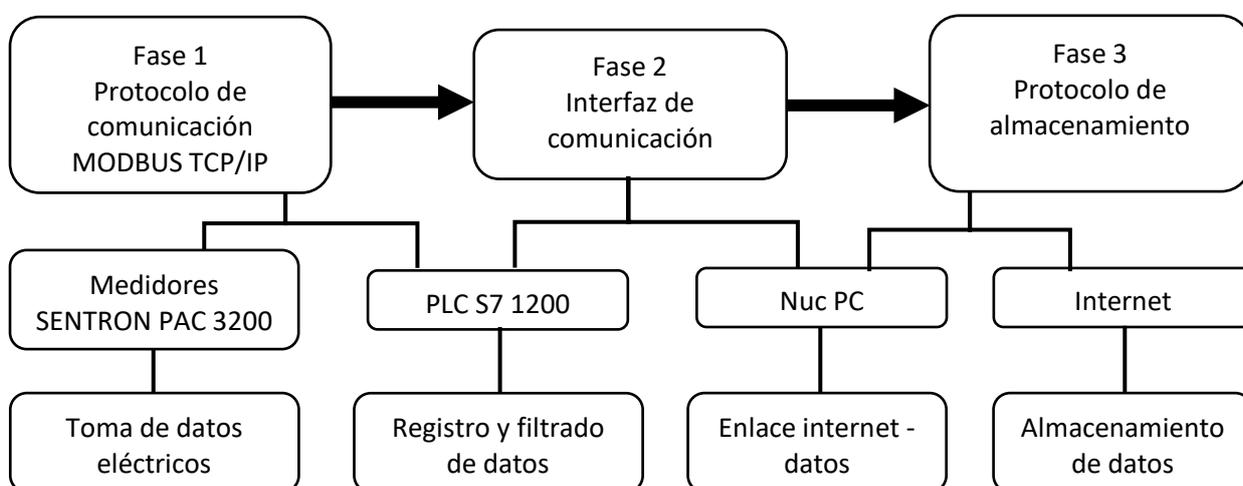
CAPITULO IV: PROPUESTA

En este capítulo se describe la propuesta de este proyecto en referencia al diseño e implementación de un sistema de medición y monitoreo de los parámetros eléctricos en tiempo real mediante el uso de equipos de medición SENTRON PAC 3200 en las instalaciones de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí. Así también se especifica los resultados con relación a los objetivos específicos establecidos para el desarrollo de este proyecto.

4.1 Mejoramiento de enlace entre los protocolos de comunicación

Con relación al primer objetivo de **revisión de los protocolos de comunicación estándar tipo TCP/IP existentes en la ULEAM y los que conforman el sistema de comunicación integrado**. Se estableció un mejoramiento en el enlace de la interfaz y comunicación al establecer un protocolo de comunicación estándar tipo TCP/IP de enlace entre los diferentes equipos que conforman el sistema integrado de medición, a través del cual se extrae los valores obtenidos de los medidores instalados en la ULEAM, este proceso es expresado en la Figura 40 donde se describe los elementos y procesos que se realiza en cada fase de la comunicación.

Figura 40. Protocolos de comunicaciones



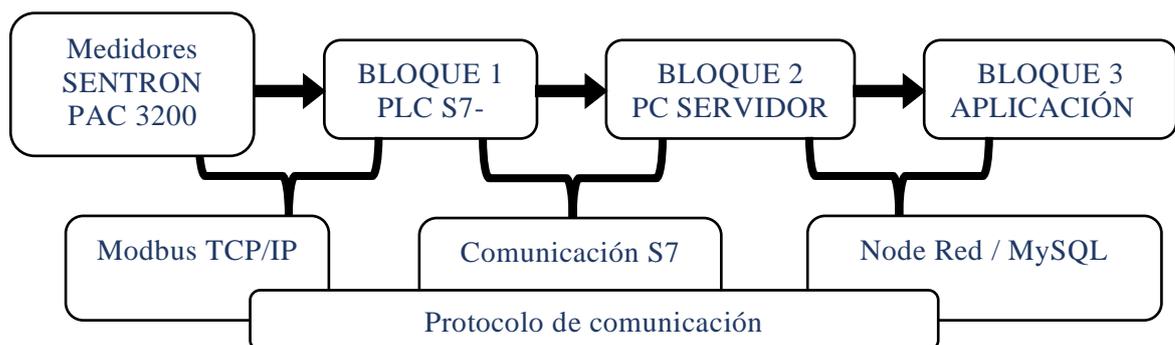
Fuente: Elaboración propia.

4.1.1 Diseño General y Sistema de Comunicación

Para el desarrollo del primer objetivo, el proyecto consiste en integrar un sistema de comunicación entre los equipos para luego monitorear los parámetros eléctricos a través de la aplicación web, por consiguiente, se realiza mediante tres bloques como se indica el diagrama de la Figura 41. El primer bloque se recopila de los valores eléctricos de los medidores SENTRON PAC3200 mediante el PLC S7-1200 a través del protocolo Modbus TCP/IP. El segundo bloque se utiliza un PC Servidor, donde se selecciona los parámetros más relevantes para el almacenamiento de los valores a la nube con MySQL mediante el Node Red.

Finalmente en el bloque 3 se establece la comunicación entre el PC Servidor y el Internet través de la creación de bases de datos en MySQL donde se alojan los parámetros eléctricos seleccionados, luego se desarrolla la aplicación web que permita la visualización y monitoreo en tiempo real los parámetros eléctricos, además de acceder a reportes de forma histórico en archivos tipo Excel, la opción de descargar los reportes 1 y 2 en archivos se realizara mediante un usuario y contraseña, que solo los administradores tendrán acceso. En resumen, se utilizarán tres tipos de protocolos de comunicación para adquirir los valores de los medidores de energía y mostrarlos en una aplicación web.

Figura 41. Sistema de Comunicación



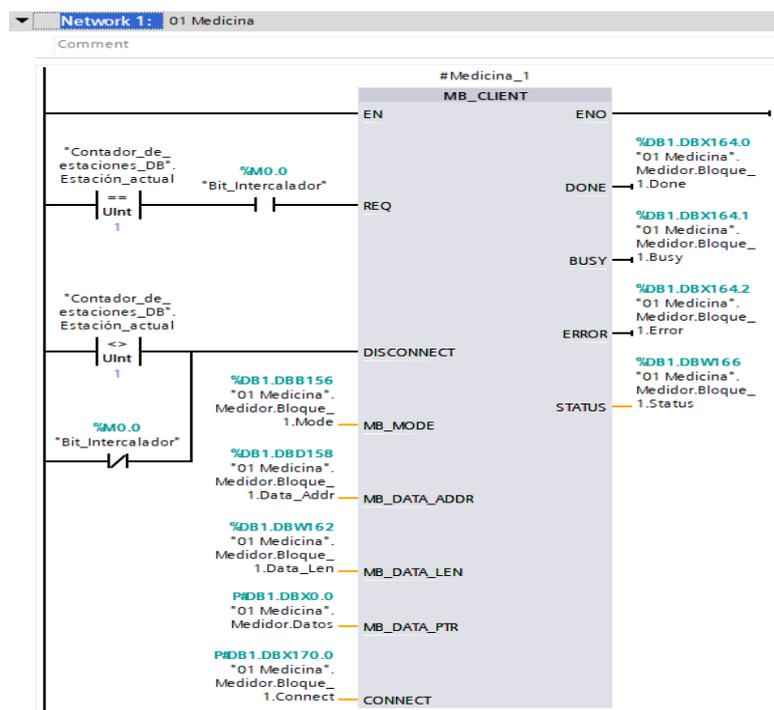
Fuente: Elaboración propia.

4.2 Adquisición de Parámetros Eléctricos de los Medidores SENTRON PAC3200

En referencia al segundo objetivo con el **desarrollo de un software con una interfaz amigable y didáctica para el uso práctico e interactivo con relación a la medición en tiempo real de parámetros eléctricos en la ULEAM**. Se registro datos relacionados a los valores de parámetros eléctricos de los medidores de energía SENTRON PAC3200 través de un PLC S7-1200, que se encuentran conectados mediante una conexión Modbus TCP/IP y su funcionamiento a través de la programación realizada en el programa TIA Portal donde mediante bloques de función codificada se extraen los valores registrados por los medidores de energía.

En la Figura 42 se muestra las lógicas que son idénticas para cada estación, con la diferencia que el comparador pregunta si el número de estación del contador es la indicada de sí, para proceder a leer los datos Modbus del medidor de energía indicado.

Figura 42. Lectura de estaciones MODBUS



Fuente: Elaboración propia.

El bloque de MB_CLIENT se usa para leer los datos Modbus de cada medidor de energía, entre sus parámetros formales de entrada se encuentran:

MB_MODE: que indica que se va a utilizar modo de lectura Modbus (existiendo también escritura, lectura/escritura, lectura de bit, etc.)

MB_DATA_ADDR: que se debe indicar la dirección Modbus de donde se van a extraer los datos.

MB_DATA_LEN: es la longitud de datos a leer. Por ejemplo, se leen 74 datos (DATA_LEN) desde la dirección 1 (DATA_ADDR).

MB_DATA_PTR: indica el DB donde se van a registrar los datos leídos de cada medidor de energía y CONNECT: es una estructura donde se indican los datos de conexión de red de cada medidor.

En la Figura 43, se indican parámetros de la interfaz de red y la dirección IP (ADDR) del medidor a leer.

Figura 43. Parámetros de interfaz de Red

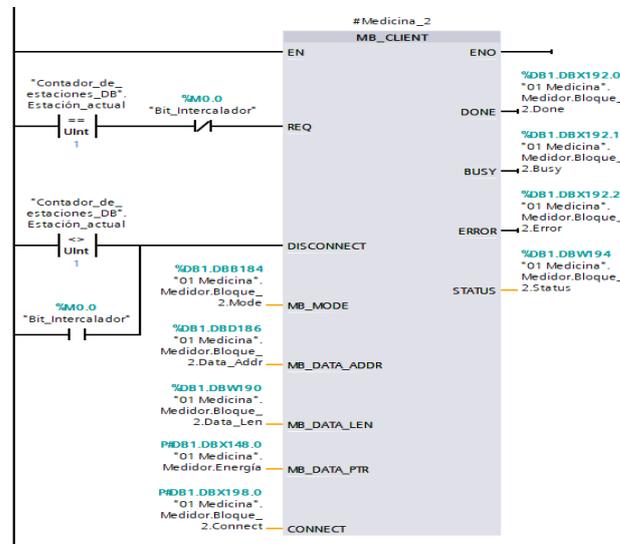
52	Connect	TCON_IP_v4	170.0			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
53	Interfaceld	HW_ANY	170.0	64		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	64
54	ID	CONN_OUC	172.0	1		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1
55	Connection...	Byte	174.0	16#0B		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	type of connection: 11=TCP/IP, 19=UDP (17=TCP)
56	ActiveEstab...	Bool	175.0	True		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	True
57	RemoteAdd...	IP_V4	176.0			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	remote IP address (IPv4)
58	ADDR	Array[1..4] of Byte	176.0			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	IPv4 address
59	ADD...	Byte	176.0	10		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	IPv4 address
60	ADD...	Byte	177.0	253		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	IPv4 address
61	ADD...	Byte	178.0	100		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	IPv4 address
62	ADD...	Byte	179.0	2		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	IPv4 address
63	RemotePort	UInt	180.0	502		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	502
64	LocalPort	UInt	182.0	0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	local UDP/TCP port number

Fuente: Elaboración propia

A continuación, en la Figura 44 se muestra el bloque donde se utiliza para medir las variables de energía, el bloque anterior mostrado leía los parámetros globales (voltaje, corrientes, potencias). Se observa la lógica de control de estaciones en las entradas de REQ y

DISCONNECT, donde se pregunta si el contador de estaciones está en el medidor correspondiente para proceder a leer o a esperar su turno.

Figura 44. Medición de variables

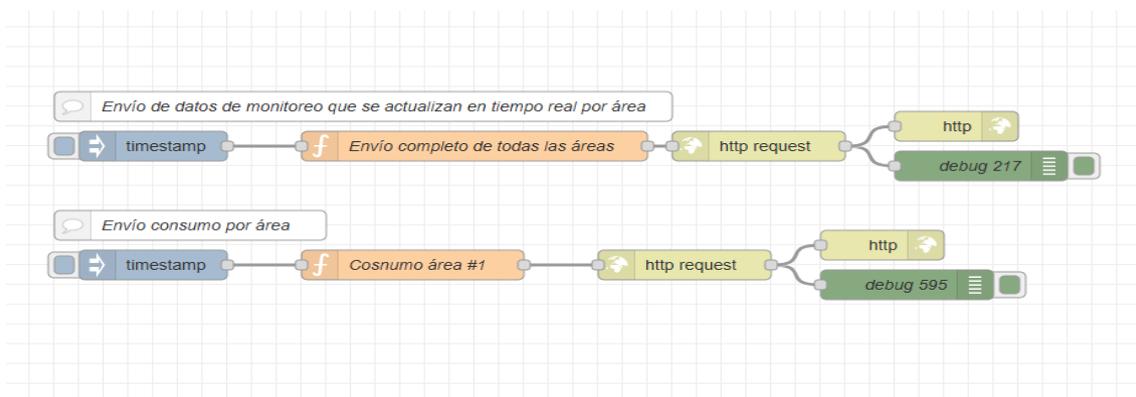


Fuente: Elaboración propia

4.3 Consulta de los parámetros Eléctricos en tiempo real

Con relación al tercer objetivo sobre la recopilación y registro de datos en tiempo real de todos los parámetros eléctricos permitidos por los medidores de energía Sentron PAC 3200, ubicados en la ULEAM, se describe en la Figura 45 El proceso de cómo se envían todos los datos de los medidores al software de consulta para su respectivo despliegue en las gráficas de este.

Figura 45. Lógica de envío de datos



Fuente: Elaboración propia

Así también, el código descrito en la Tabla 8, permite que el bloque de función envíe todas las variables de todas las áreas al software para su visualización. Ver **Anexo** Bloque de función de envío completo de todas las áreas.

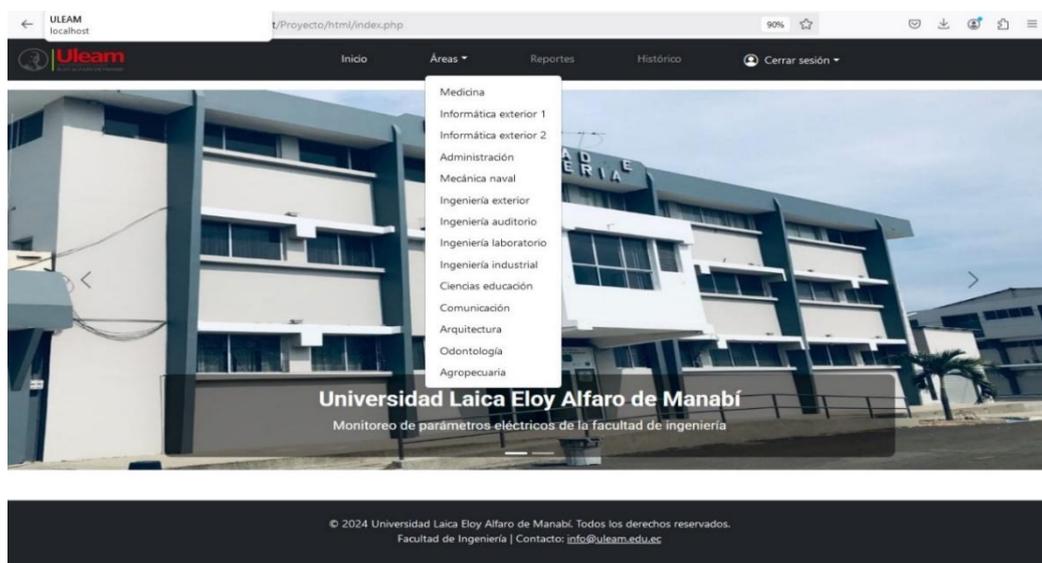
Tabla 8. Código de envío de variables

```
var d = new Date();
var day = d.getDate();
var month = d.getMonth() + 1; // Mes en formato 1-12
var year = d.getFullYear();
var hours = d.getHours();
var minutes = d.getMinutes();
```

Fuente: Elaboración propia

Para consultar en la página principal debe seleccionar el área a consultar y posterior a esto se le despliega las diferentes facultades Medicina, Informática exterior 1 y 2, Administración, Mecánica Naval, Ingeniería (exterior, auditorio, laboratorio), Ingeniería Industrial, Ciencias de la educación, Comunicación, Agropecuaria, Odontología y Arquitectura. Ver Figura 46.

Figura 46. Página de inicio - menú



Fuente: Elaboración propia

Para poder consultar, se debe seleccionar la opción escoja el Área, en la cual al darle un click le desplegara un listado de las facultades disponibles. Ver Figura 47.

Figura 47. Página consultar – seleccionar Área

The screenshot shows the 'Reportes' page with the 'Escoja el área:' dropdown menu open, displaying a list of faculties including Medicina, Informática exterior 1, Informática exterior 2, Administración, Mecánica naval, Ingeniería exterior, Ingeniería auditorio, Ingeniería laboratorio, Ingeniería industrial, Ciencias educación, Comunicación, Arquitectura, Odontología, and Agropecuaria. The 'Fecha desde:' and 'Fecha hasta:' fields are empty, and the 'Buscar' button is visible.

Fuente: Elaboración propia

A continuación, debe seleccionar la fecha, ubicándose en los cuadros fecha desde la cual desea consultar y en la opción de fecha hasta, como se muestra en la Figura 48. Posterior a eso de un click en la opción buscar.

Figura 48. Selección de fecha para generar reporte

The top screenshot shows the 'Reportes' page with the 'Fecha desde:' and 'Fecha hasta:' fields. A calendar pop-up is open for January 2025, showing the date 15th selected. The bottom screenshot shows the same page with the calendar pop-up still open, but the 'Fecha desde:' field is now populated with a date.

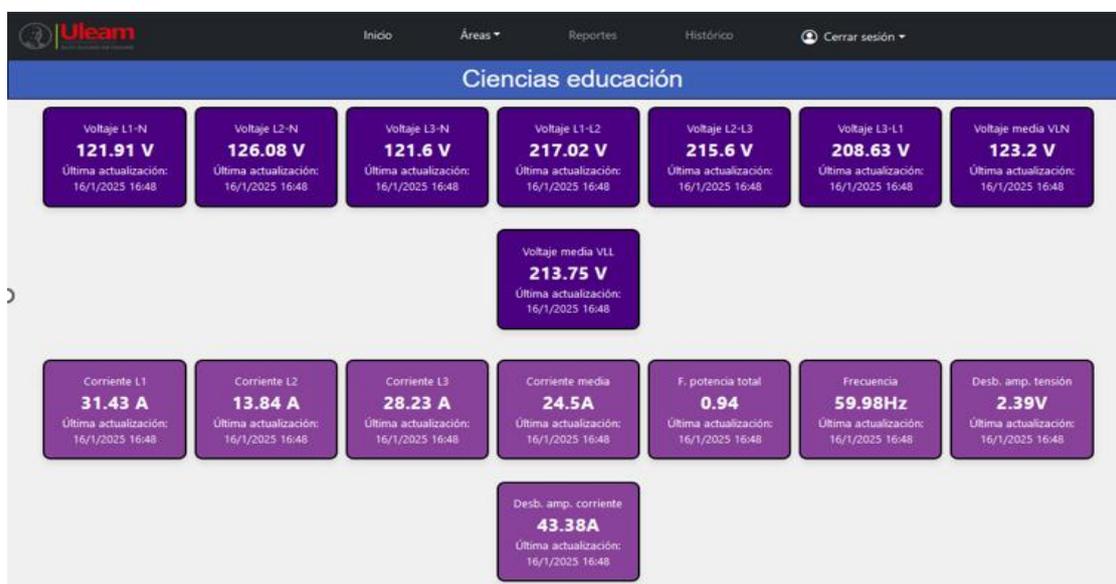
Fuente: Elaboración propia

Así también se muestra en la Figura 49 (Ciencias de la Educación), los distintos parámetros eléctricos que nos brinda información el medidor de Siemens Sentron PAC 3200, que se encuentra ubicado en 14 sitios de las diferentes facultades de la ULEAM.

Las magnitudes eléctricas que nos muestra son:

- Voltaje Línea – Neutro (L-N por cada línea tendremos un distinto voltaje)
- Voltaje Línea – Línea (L- por cada línea tendremos un distinto voltaje)
- Corriente (I por cada línea tendremos un distinto valor de corriente)
- Factor de Potencia
- Frecuencia

Figura 49. Visualización de los parámetros eléctricos



Fuente: Elaboración propia

EL sistema desarrollado también nos permite visualizar los datos con relación al triángulo de potencia en referencia a las diferentes Facultades, como se lo muestra en la Figura 50.

- Potencia Activa
- Potencia Reactiva

- Potencia Aparente

Figura 50. Visualización del triángulo de potencia

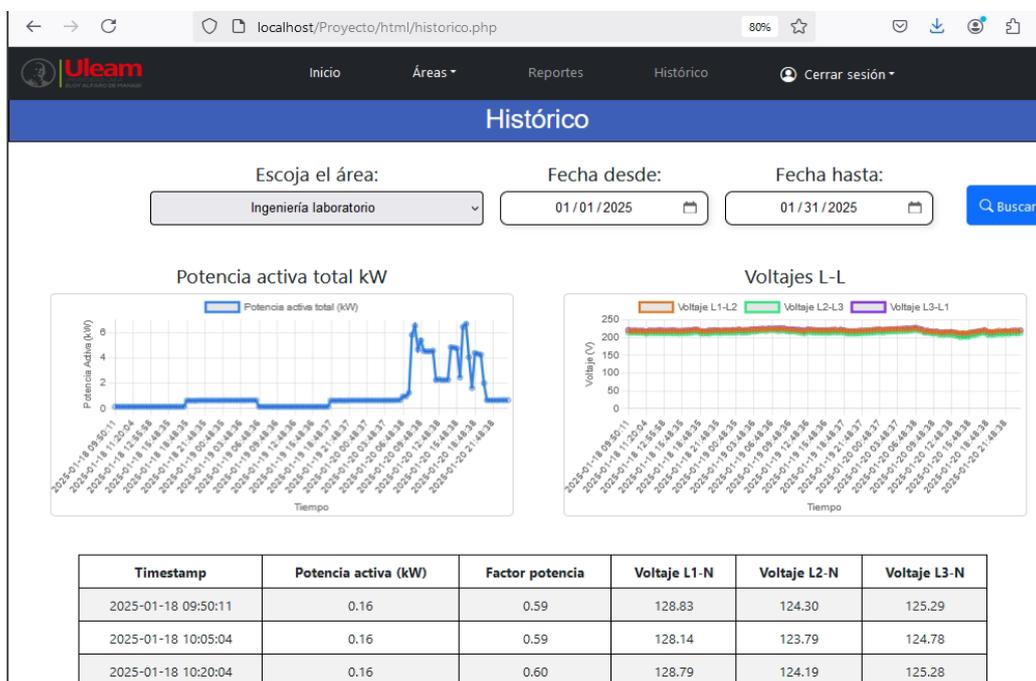


Fuente: Elaboración propia

4.4 Reporte histórico de los registros de Parámetros Eléctricos obtenidos

En referencia al cuarto objetivo que es el de **crear reportes técnicos y mostrar de manera gráfica el registro periódico obtenido en los medidores, de parámetros de voltajes, corrientes y potencias**, se establece a través de una interfaz amigable desarrollada en la página de inicio del sitio web para el monitoreo de parámetros eléctricos de la ULEAM, en la cual encontramos en la parte superior la opción Histórico. Ver Figura 51.

Figura 51. Visualización del reporte histórico



Fuente: Elaboración propia

El sistema nos permite mostrar a través de una gráfica los datos relacionados con los parámetros eléctricos

- Potencia activa total
- Voltajes

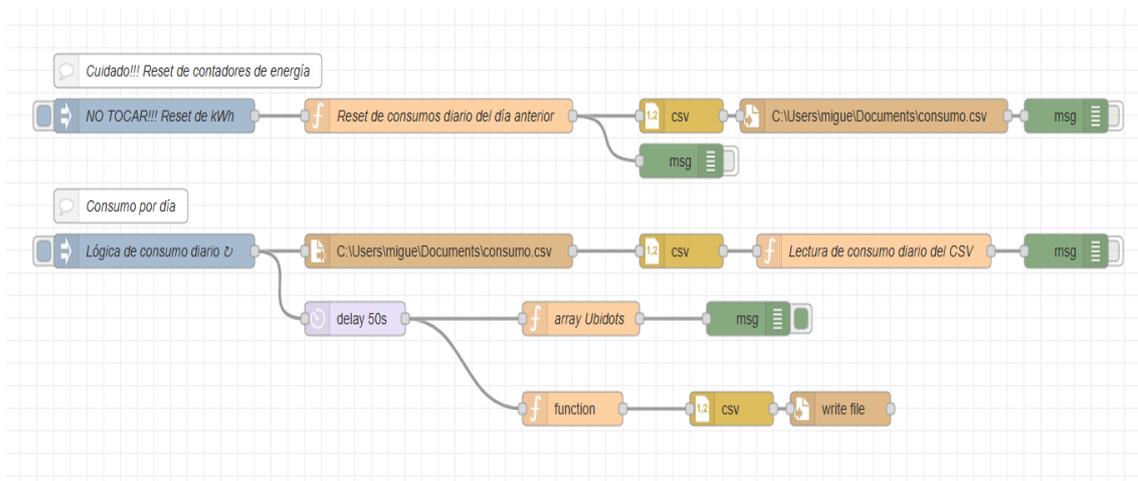
Así también nos visualiza como información relacionada a los siguientes parámetros eléctricos

- Tiempo
- Potencia activa (Kw)
- Factor potencia
- Voltaje L1-N
- Voltaje L2-N
- Voltaje L3-N

4.4.1 Registro del Consumo visualizado

En la Figura 52, se describe el segmento del programa que se encarga de realizar la lógica de “consumo de energía diario”, y que consiste en registrar el consumo de energía del día de cada medidor.

Figura 52. Lógica del consumo diario



Fuente: Elaboración propia

Todos los días a las 0:00 el software hace un corte de consumo de energía, en ese momento toma el valor de energía actual y lo guarda en una variable llamada “consumo_anterior_área”, entonces toma el consumo actual menos el consumo anterior y obtiene así el consumo de energía del día.

Tabla 9. Código para guardar y consultar

```

    { var d = new Date();
var day = d.getDate();
var month = d.getMonth() + 1;
var year = d.getFullYear();
var hours = d.getHours();
var minutes = d.getMinutes();
// Formato de timestamp: dd/mm/yyyy hh:mm
var timestamp = day + '/' + month + '/' + year + ' ' + hours + ':' + minutes;
// Crear los datos a enviar
msg.payload =
[
    //Id de área del 1 al 14
    id: 1,
    timestamp: timestamp,
    Consumo: global.get('consumo'),
},
{
    id: 2,
    timestamp: timestamp,
    Consumo: global.get('consumo'),
}
];
msg.headers = {
    "Content-Type": "application/json"
};
return msg;

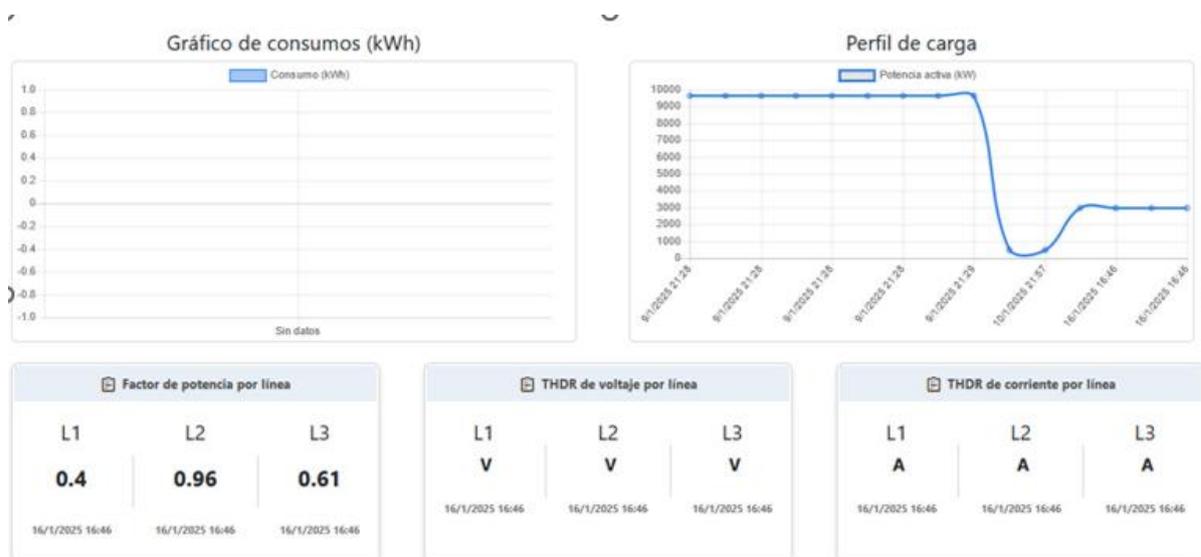
```

Fuente: Elaboración propia

Así también en la Tabla 9, se describe la estructura del código para enviar el consumo de las áreas al software para su guardado y consulta

En la Figura 53, se muestra los datos con relación al consumo generado de manera diaria y sus cargas, factor de potencia por línea, THDR de voltaje por línea, THDR de corriente por línea considerando que estos parámetros de los visualizar por Facultad.

Figura 53. Gráfico del consumo generado



Fuente: Elaboración propia

4.5 Costos de Implementación del Proyecto

La implementación del sistema permite comparar los datos con base a la medición y monitoreo de parámetros eléctricos, siendo esto un paso crucial para optimizar la gestión energética en la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí (ULEAM). Este proyecto no solo busca mejorar la eficiencia en el consumo de energía, sino también establecer una cultura de sostenibilidad dentro de la comunidad universitaria. Sin embargo, para llevar a cabo esta iniciativa, fue fundamental considerar los costos asociados a su implementación. A continuación, se presentan los costos estimados a los que se incurrieron para la puesta en marcha del proyecto, que incluyen equipos, materiales y horas de gestión en la programación.

Tabla 10. Costos estimados implementación proyecto

Cantidad	Descripción	Unidad de medida	Inversión
1	PLC S7 1200	Unidad	\$600,00
			
1	Pinza amperimetrica FLUKE	Unidad	\$350.00
			
20	Cable concentrico 2*14	Metros	\$30.00
			
1	Nuc hpprodefk 600g4 mini	Unidad	\$320,00
			
200	Cable UTP 100% Cobre CAT 6	Metros	\$160,00

			
1	Conectores rj45 cat 6	Unidad	\$15,00
			
1	Capuchas para puntos de red	Unidad	\$7,00
			
1	Etiquetadora	Unidad	\$80,00
			
360	Gestión de programación	Horas	\$700,00



Total Inversión

\$2.262,00

Fuente: Elaboración propia

El total estimado para la inversión en este proyecto asciende a \$2.262,00. Este monto incluye la adquisición de hardware necesario, como el mini servidor NUC y el cableado, así como herramientas y materiales que facilitarán la instalación y el funcionamiento del sistema. Además, se considera el costo asociado a la gestión de programación, que es esencial para desarrollar el software necesario para el monitoreo en tiempo real.

Este análisis de costos no solo es un indicador de la viabilidad financiera del proyecto, sino que también refleja la importancia de cada elemento en la creación de un sistema eficiente y funcional. La inversión inicial, aunque significativa, se justifica por los beneficios a largo plazo en términos de ahorro energético, reducción de costos operativos y la promoción de una cultura de eficiencia dentro de la universidad. Al realizar un control adecuado del consumo energético, la ULEAM podrá mejorar su sostenibilidad y contribuir al desarrollo ambientalmente responsable de la comunidad.

4.6 Análisis de Resultados

Logros del Proyecto

Integración de Sistemas de Medición: Uno de los principales logros fue la exitosa instalación y puesta en marcha de nuestro software sin ningún costo de paga para su utilización a la hora de querer monitorear los parámetros eléctricos brindados por los medidores de energía SENTRON PAC3200, que ofrecen una medición precisa de los parámetros eléctricos. Esto proporciona datos valiosos para la gestión del consumo energético en la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí (ULEAM).

Desarrollo de una Aplicación Web: La creación de una plataforma accesible para el monitoreo de estos parámetros en tiempo real es un avance significativo. Esta aplicación no solo facilita la visualización de los datos, sino que también permite a los usuarios realizar análisis históricos, lo que es crucial para la toma de decisiones informadas respecto al consumo de energía.

Mejora en la Eficiencia Energética: La implementación de este sistema de medición contribuye al mejoramiento de la eficiencia en el uso de energía. Al identificar patrones de consumo y áreas de desperdicio, la universidad puede implementar estrategias para reducir costos y promover un uso sostenible de recursos.

Reportes Técnicos y Análisis Gráfico: La capacidad de generar reportes técnicos que se visualizan gráficamente permite a los administradores y responsables de la gestión energética de la universidad realizar un seguimiento continuo del estado de su infraestructura eléctrica, facilitando la planificación de mantenimiento y optimización.

Uso de Protocolos de Comunicación Avanzados: La elección de protocolos como TCP/IP y Modbus TCP/IP para la comunicación entre equipos proporciona un sistema robusto que es escalable y puede integrarse con tecnologías futuras.

Dificultades en los Resultados

Falta de Funcionamiento de Algunos Medidores: No todos los medidores instalados estaban en condiciones operativas. Tres medidores estaban completamente desconectados, y otros tres presentaron problemas en la transmisión de datos. Esta inconsistencia afecta la cantidad de datos disponibles para el análisis y minimiza el impacto positivo del sistema instaurado.

Necesidad de Mantenimiento Periódico: Aunque se logró implementar un sistema eficaz, la infraestructura de medición requiere un mantenimiento regular para asegurar que todos los dispositivos estén operativos. Esto resalta la necesidad de implementar un programa de mantenimiento preventivo, lo que puede generar costos adicionales y requerir recursos humanos adicionales.

Limitaciones en la Capacitación del Personal: La efectividad de la aplicación depende en gran medida de la capacidad del personal para utilizarla de manera efectiva. La falta de formación adecuada puede limitar el potencial de los usuarios para aprovechar todas las funciones ofrecidas por el sistema.

Desafíos en la Interconexión de Sistemas: A pesar de la implementación de protocolos avanzados de comunicación, los problemas de interoperabilidad pueden surgir al intentar integrar equipos de diferentes fabricantes, lo cual puede impactar la fluidez en la recolección y gestión de datos.

Dependencia de Infraestructura de Red: La eficacia del sistema está intrínsecamente ligada a la calidad de la infraestructura de red existente. Problemas como interrupciones o inestabilidad en la red pueden afectar la transmisión de datos, lo que limita la capacidad de monitoreo en tiempo real.

Comparado con otras opciones de monitoreo energético, el sistema basado en los medidores SENTRON PAC3200 y la aplicación web desarrollada ofrece múltiples ventajas, tales como la personalización de los reportes y el análisis en tiempo real, con un bajo costo.

Sin embargo, hay opciones alternativas, como las soluciones de software de terceros que pueden incluir mejores características de inteligencia empresarial, análisis predictivo o integración de IoT, que podrían posicionarse superiores en términos de funcionalidad y facilidad de uso.

Además, algunas tecnologías más avanzadas pueden requerir menos mantenimiento y ofrecer un mejor soporte técnico, lo que podría resultar en una menor carga operativa para la ULEAM. En conclusión, aunque el proyecto ha logrado establecer un sistema significativo para la gestión y monitoreo del consumo energético, también ha revelado áreas de mejora necesaria y la posibilidad de explorar soluciones más integrales en el futuro.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En este capítulo se desarrollarán las conclusiones y recomendaciones que se obtuvieron a partir de la realización del proyecto técnico de tesis, estos apartados son criterios que se basan en la ejecución del monitoreo y gestión de los datos, implementación del sistema, respaldo de software, mantenimiento del sistema y levantamiento de información.

Conclusiones

- Con relación a la revisión de los protocolos de comunicación existentes en la ULEAM y los que conforman el sistema de comunicación. Se revisó los protocolos de comunicación tipo TCP/IP de los 14 medidores sentron pac 3200 ubicados en la ULEAM, de los cuales 8 se encontró en buen estado (funcionando) y transmitiendo datos de los parámetros eléctricos a nuestro PLC S7-1200 ubicado en la facultad de ingeniería, en el área de laboratorio de potencia. 3 medidores se encontraron totalmente fuera de servicio (desconectados), la alimentación de voltaje y desconexión de la red IP de los mismos, y 3 medidores se encontró en funcionamiento, pero con la novedad que no se estaba registrando datos de los mismos en el centro de monitoreo ubicado en la facultad de ingeniería área ingeniería eléctrica. Por lo que la revisión detallada de los protocolos de comunicación permitió identificar fallas críticas en algunos medidores, lo que sugiere la necesidad de una revisión periódica y mantenimiento de los dispositivos de medición para garantizar su operación continua.
- En referencia al desarrollo de un software con una interfaz amigable y didáctico para el uso práctico e interactivo con relación a la medición en tiempo real de parámetros eléctricos en la ULEAM, se realizó un software a través de la cual su interfaz fue diseñada con la finalidad de ser lo más didáctica para cualquier tipo de usuario interesado en obtener los datos con relación al consumo de energía generada en la ULEAM, además de que este en la capacidad de interpretar con facilidad su sistema de

búsqueda y verificación de datos, los cuales están relacionadas con los medidores sentron pac 3200 que se encuentra ubicados en sectores estratégicos en toda la ULEAM. El software desarrollado no solo cumple con los requisitos de accesibilidad, sino que también mejora la eficiencia en la gestión de la energía eléctrica en la ULEAM, permitiendo a los usuarios obtener información pertinente a lo registrado por los medidores instalados con facilidad.

- Con relación a la recopilación y registro de datos en tiempo real de todos los parámetros eléctricos permitidos por los medidores de energía Sentron PAC 3200, ubicados en la ULEAM. Se estableció mediante la integración de la red IP destinada con un segmento específico para cada uno de los medidores ubicados en la ULEAM, todos direccionando su flujo de datos a nuestro PLC S7-1200, mediante nuestro pc servidor se obtiene la recopilación de datos y registro en tiempo real de los parámetros eléctricos medidos por nuestros medidores sentron pac 3200, ubicados en áreas específicas en la universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí.
- En referencia a la creación de reportes técnicos y mostrar de manera gráfica el registro periódico obtenido en los medidores, de parámetros de voltajes, corrientes y potencias. Se estableció en el sistema la opción de generar reportes periódicos de los parámetros eléctricos, que son presentados de manera gráfica en tiempo real permitiendo una evaluación y análisis en el comportamiento de los sistemas eléctricos. Por lo que esta capacidad de generar reportes gráficos y detallados proporciona información valiosa para la toma de decisiones y la planificación de estrategias de mantenimiento y optimización energética en la ULEAM

Recomendaciones

- Realizar inspecciones periódicamente a los medidores SENTRON PAC3200 que se encuentran en las distintas facultades, en caso de requerir algún mantenimiento ya sea preventivo o de corrección debido a que algunos módulos se encuentran a la intemperie.
- Con la implementación del software del sistema de comunicación y la página web se obtiene información de los diferentes parámetros eléctricos a nivel institucional, por ende, es significativo para la comunidad universitaria en el uso de metodologías que existen para realizar una eficiencia energética en las distintas facultades.
- Utilización de la información obtenida de los reportes de los parámetros eléctricos recolectados por los medidores de energía, se analizan los niveles de energía y pérdidas para lograr ahorros en el consumo energético en la ULEAM.
- El sistema integrado de medidores nos permite generar reportes, por ello se recomienda realizar un respaldo mediante la nube para poder almacenar los reportes generados, en caso de un restablecimiento de los equipos o reemplazo de estos

Bibliografía

- Rodríguez, E. (17 de Septiembre de 2022). *Mejores medidores de consumo doméstico: cuál comprar para ahorrar en tu factura de la luz y siete modelos recomendados desde menos de 20 euros*. xataka.com: <https://www.xataka.com/seleccion/mejores-medidores-consumo-domestico-cual-comprar-siete-modelos-recomendados-20-euros>
- Acciona. (20 de 03 de 2016). *Acciona.com*. Energía solar: https://www.acciona.com/es/energias-renovables/energia-solar/?_adin=02021864894
- Adminenergy. (24 de 06 de 2022). *KPN Energy*. Sistemas fotovoltaicos: tipos y características: <https://kpnenergy.com/sistemas-fotovoltaicos-tipos/#:~:text=Sistemas%20aislados%3A%20Tambi%C3%A9n%20son%20conocidos,el%C3%A9ctrica%20necesaria%20para%20su%20funcionamiento.>
- Alcántar Bazúa, L. P. (24 de Julio de 2015). *APUNTES DE LA ASIGNATURA: SUBESTACIONES ELÉCTRICAS*. academia.edu: https://www.academia.edu/37294615/Antologadeapuntessobre_Subestaciones_Elctricas
- Alonso, J. (18 de 09 de 2019). *Sunfield*. ¿Cómo conectar placas solares en serie o en paralelo?: <https://www.sfe-solar.com/noticias/articulos/conectar-placas-solares-serie-paralelo/>
- Alusín Solar. (12 de Diciembre de 2022). *Sistema solar fotovoltaico*. <https://alusinsolar.com/cuales-son-los-componentes-de-un-sistema-solar-fotovoltaico/>
- Alusinsolar. (06 de 02 de 2020). *Alusinsolar*. ¿Qué es el bombeo solar directo?: <https://alusinsolar.com/bombeo-solar-directo-que-es/>

- Arenas, D. (25 de Agosto de 2021). *krannich-solar.com*. Dimensionamiento de sistemas fotovoltaicos: <https://krannich-solar.com/mx-es/blog/dimensionamiento-de-un-sistema-solar-fotovoltaico/>
- Arencibia, g. (09 de 09 de 2016). La importancia del uso de paneles solares en la generación de energía eléctrica. Malaga , España.
- Augusto, C. (2018). *Raspberry Pi & Arduino*. AcIS. <https://acis.org.co/archivos/Conferencias/2018/Conferencia2202.pdf>
- Autosolar. (01 de 08 de 2023). *autosolar.es*. Efecto fotovoltaico: <https://autosolar.es/aspectos-tecnicos/efecto-fotovoltaico>
- Autycom. (2024). *Software de administración de energía SENTRON Powermanager V3.x Basic Package hasta máx. 10 dispositivos Software en DVD Licencia en memoria USB para*. autycom.com: <https://www.autycom.com/producto/software-de-administracion-de-energia-sentron-powermanager-v3-x-basic-package-hasta-max-10-dispositivos-software-en-dvd-licencia-en-memoria-usb-para/>
- Barba Soler, J. P. (Mayo de 2014). *Diseño y desarrollo web*. [Tesis de grado, Universidad Politécnica de Valencia]. Repositorio Institucional. Diseño y desarrollo web: https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/49757/MEMORIA_Barba%20Soler%2C%20Juan%20Pedro.pdf?sequence=1
- BAT PLUS Energía Solar. (15 de Marzo de 2022). *Sistema solar fotovoltaico*. <https://www.energiasolarbatplus.com/post/qu%C3%A9-son-los-sistemas-solares-fotovoltaicos>

- Bayona, N., W.I., Durango Espinoza, R., Chavez, L., & E.F. (05 de 01 de 2022). *Ciencia digital*. El potencial de la energía fotovoltaica como fuente de electricidad en Manabí: <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v6i1.1956>
- Berrezueta Reyes, E. N. (Marzo de 2015). *Diseño e implementación de una interfaz web para alimentación automática y administración del contenido del sitio Wikinclusión*. dspace.ups.edu.ec: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/8946/1/UPS-CT005209.pdf>
- Betania. (22 de Mayo de 2024). *¿Qué es un servidor web y cómo funciona?* hostinger.es: <https://www.hostinger.es/tutoriales/que-es-un-servidor-web>
- Buñuel, S. R. (22 de Septiembre de 2022). *Historia y usos de paneles fotovoltaicos* . <https://solfy.net/placas-solares/historia-del-panel-solar/>
- Caceres, P. (Agosto de 2018). *Reguladores de carga*. <http://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/18773>
- Calvo, L. (10 de Marzo de 2022). *¿Qué es una Raspberry PI y para qué sirve?* godaddy.com: <https://www.godaddy.com/resources/es/tecnologia/que-es-raspberry-pi>
- Castro, C., & Alvarado, J. (2017). *Implementación de una red ModBus TCP Wireless con integración de tecnología SIEMENS y SCHNEIDER*. [Tesis de grado, Universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil]. Repositorio Institucional. <https://dspace.ups.edu.ec>
- Cearca. (2018). *Cálculo de la sección de conductores*. https://www.cearca.com.ar/files/descargas/5ca7382dbc845_Calculo.pdf

- Chacon, C. M. (08 de 05 de 2015). Estudio de accidentes eléctricos y peligro del arco eléctrico. Introducción a un programa de seguridad eléctrica. Santiago de Chile, Chile.
<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-24492015000200005>
- Chapman, S. J. (2012). *Máquinas Eléctricas*. academia.edu:
https://www.academia.edu/31619602/Maquinas_El%C3%A9ctricas_Chapman_5ta_edici%C3%B3n
- CIRCUTOR. (12 de Julio de 2022). *Cómo seleccionar un transformador de corriente*.
<https://circutor.com/articulos/como-seleccionar-un-transformador-de-corriente/>
- Correa, C. (29 de Mayo de 2022). *mpvsolarreference.com*. Dimensionamiento de acumuladores: <https://www.mpvsolarreference.com/post/c%C3%B3mo-calculer-un-sistema-fotovoltaico-aislado-de-la-red>
- Covisa . (04 de Mayo de 2021). *Dimensionamiento de conductores* .
<https://covisa.cl/articulo/noticias/1/3/correcto>:
<https://covisa.cl/articulo/noticias/1/3/correcto-dimensionamiento-de-los-conductores.html>
- Cruz, I. d. (08 de Marzo de 2023). *Dirversos Inversores fotovoltaicos*.
<https://ismaeldelacruzfinanzas.com/todos-los-tipos-de-inversores-que-existen/>
- Diaz, & Carmona. (2018). *Instalaciones solares fotovoltaicas*. Malaga. Retrieved 28 de 11 de 2023.
- Disdascalía. (16 de 03 de 2023). *didascalía*. CONTEXTO ACTUAL ENERGÍA FOTOVOLTAICA:
<https://didascalía.es/contexto-actual-energia-fotovoltaica/#:~:text=Sistema%20h%C3%ADbrido, suministro%20continuo%20del%20fluido%20el%C3%A9ctrico>.

- Dow, J. (05 de Mayo de 2018). *Sistemas de paneles solares*. <https://www.celsia.com/es/blog-celsia/paneles-solares-como-funcionan-y-que-son/>
- Echeverria, C. (13 de Marzo de 2020). *Impacto en el aumento y mejoras de su consumo eléctrico*. <https://blogs.iadb.org/energia/es/ecuador-y-el-impacto-en-el-aumento-de-su-cobertura-electrica/>
- Endesa. (10 de Noviembre de 2020). *Codificación de colores en los conductores*. <https://www.endesa.com/es/blog/blog-de-endesa/luz/tipos-cables-toma-tierra-fase>
- Enlight. (19 de Noviembre de 2021). *Definición de las baterías*. <https://www.enlight.mx/blog/baterias-para-paneles-solares-que-son-para-que-sirven-y-cuanto-cuestan>
- Equipo Transición Energética Factorenergia. (14 de 04 de 2023). *Factoenergía. ¿Irradiación e irradiancia? Diferencia:* <https://www.factorenergia.com/es/blog/autoconsumo-electrico/irradiacion-e-irradiancia-diferencia/>
- Escalante , D. S., & Vargas, D. M. (2019). *Raspberry pi: la tecnología reducida en placa. [Tesis de grado, Universidad Santiago de Cali]*. Repositorio Institucional. <https://repository.usc.edu.co/bitstream/handle/20.500.12421/4250/RASPBERRY%20PI.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- Fluke Corporation. (2017). *Manual de uso 1732/1734*. Eindhoven: Everett,. <https://www.fluke.com/es-cl/producto/comprobacion-electrica/calidad-electrica/1732-1734>
- Fornieles. (21 de Diciembre de 2020). *Cómo seleccionar correctamente un transformador de corriente*. [fornieles.es: https://fornieles.es/gestion-energetica/%E2%96%B7-como-seleccionar-correctamente-transformador-de-corriente/](https://fornieles.es/gestion-energetica/%E2%96%B7-como-seleccionar-correctamente-transformador-de-corriente/)

- Galeano, Y. S. (2021). *Sistemas solares fotovoltaicos que permiten una captación adecuada para su implementación*. San Jose : Repositoriod Space.
- Gallo, T. (2018). *Comunicación del PLC Siemens 1200 con el Protocolo S7*. ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO, Riobamba.
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/9228/1/20T01093.pdf>
- Gómez Fuentes, M. (2013). *Base de Datos*. Ciudad de México: Publidisa Mexicana S. A. de C.V.
- Gustavo. (3 de Diciembre de 2020). *¿Qué es MySQL? Explicación detallada para principiantes*. Retrieved 27 de Octubre de 2020, from *¿Qué es MySQL? Explicación detallada para principiantes*: <https://www.hostinger.es/tutoriales/que-es-mysql>
- Heliosfera. (18 de 12 de 2018). *helioesfera*. TIPOS DE CÉLULAS FOTOVOLTAICAS Y SUS PANELES: <https://www.helioesfera.com/tipos-de-celulas-fotovoltaicas-y-sus-paneles/>
- Hurtado. (28 de Febrero de 2020). *Protocolo Modbus*. Retrieved 12 de Marzo de 2020, from *Información Detallada sobre el Protocolo Modbus*: <https://www.ni.com/es-cr/innovations/white-papers/14/the-modbus-protocol-in-depth.html#:~:text=Modbus%2C%20un%20estándar%20relativamente%20simple,so bre%20ambos%20extremos%20del%20protocolo>.
- Ionos. (7 de Abril de 2022). *30 proyectos con Raspberry Pi que explotan todo su potencial*. ionos.com: <https://www.ionos.com/es-us/digitalguide/servidores/know-how/un-vistazo-a-proyectos-basados-en-raspberry-pi/>
- Jiménez, G. L. (2019). *Uso correcto para una instalación residencial*. Biblioteca Virtual.

- Jimeno Flores , J., & Visitación Castillo , R. (2019). *Diseño e implementación de un sistema web para la gestión del flujo de información en el taller automotriz autoservicios Aguilar*. Ingeniería de Sistemas e Informática. Lima: UTP.
https://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12867/3372/Joel%20Jimeno_Roy%20Visitación_Tesis_Titulo%20Profesional_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Kessler, L. (20 de 05 de 2020). *Medidor electrónico*.
<https://afinidadelectrica.com/2020/05/09/diseccion-de-un-medidor-electronico-trifasico/>
- Lamarca Lapuente, M. (29 de Julio de 2019). *Hipertexto, el nuevo concepto de documento en la cultura de la imagen*. hipertexto.info:
<http://www.hipertexto.info/documentos/red.htm>
- León, M. G., & Mora, J. L. (Noviembre de 2011). *Estudio y desarrollo de un sistema de supervisión y Control de un generador eléctrico utilizando un equipo de medición SENTRON PAC 3200*. [Tesis de grado, Universidad Católica de Santiago de Guayaquil]. Repositorio Institucional, Guayaquil.
<http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/8361/1/T-UCSG-PRE-TEC-IECA-61.pdf>
- Liberatori, M. C. (2018). *Redes de Datos y sus Protocolos*. Mar del Plata: EUDEM.
<http://www2.mdp.edu.ar/images/eudem/pdf/redes%20de%20datos.pdf>
- Llano, W., & Monta, S. (07 de 2016). *IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO*:
<http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/3668/1/T-UTC-000023.pdf>
- Logicbus. (17 de Junio de 2019). *Protocolos de comunicación: MODBUS TCP/IP*.
[logicbus.com.mx: https://www.logicbus.com.mx/blog/modbus-tcp-ip/](https://www.logicbus.com.mx/blog/modbus-tcp-ip/)

- Luisa. (17 de 12 de 2021). *Enciclopedia de energia*. Celula fotovoltaica:
https://energyeducation.ca/Enciclopedia_de_Energia/index.php?title=C%C3%A9lula_fotovoltaica&oldid=763
- Maldonado, M., & Velastegui, D. (09 de Marzo de 2022).
<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/22497/1/UPS-GT003706.pdf>
- Marqués, M. (2020). *Bases de datos*. Publicacions de la Universitat Jaume I.
- Mendoza. (Junio de 2016). *editores-srl.com.ar*. Dimensionamiento de aparatos de maniobra y protección: https://editores-srl.com.ar/sites/default/files/ingeniera_electrica_310_junio_2016.pdf
- Merino, L. (27 de 09 de 2020). *Energias renovables para todos*. Las energias renovables:
https://www.energias-renovables.com/ficheroenergias/productos/pdf/cuaderno_GENERAL.pdf
- Miteco. (2023). *Eficiencia Energética*. miteco.gob.es:
<https://www.miteco.gob.es/es/energia/eficiencia.html>
- Mora, J. F. (2012). *Circuitos eléctricos*. Madrid: PEARSON EDUCACIÓN, S.A.
- Morales, D., & Luyando, J. R. (2014). Análisis del consumo de energía eléctrica residencial en el área metropolitana de Monterrey, N.L., México. En *Estudios Económicos* (Vol. XXXI (N.S.), págs. 27-48). <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5602375.pdf>
- Moreira, Saltos, & Velez. (21 de 10 de 2021). Factibilidad del sistema fotovoltaico para suministro eléctrico autosustentable. Portoviejo, Ecuador.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8383716>
- Mpptsolar. (30 de 08 de 2022). *Mpptsolar*. baterias conexion serie y paralelo:
<https://www.mpptsolar.com/es/baterias-serie-paralelo.html>

Naciones Unidas. (077 de 07 de 2022). *Naciones Unidas*. Retrieved 25 de 08 de 2023, from
¿Qué son las energías renovables?: <https://www.un.org/es/climatechange/what-is-renewable-energy>

Novun Solar. (15 de Diciembre de 2021). *novumsolar.com*. Dimensionamientos de reguladores de carga: <https://novumsolar.com/para-que-sirven-los-reguladores-de-carga-en-un-sistema-de-energia-solar/>

Olea, J. (2022). *Consumo energético adecuado y buena calidad de vida en las viviendas* .

Oliva , P., & Carrasco , M. (2018). Estudio, análisis y propuesta de mejora en sistemas fotovoltaicos. *Trabajo de titulación*. Universidad Técnica Santa María , Concepción.

Pce-iberica. (2021). *Medidor de energía Siemens Sentron PAC3200*. pce-iberica.es:
<https://www.pce-iberica.es/medidor-detalles-tecnicos/sistemas/medidor-multifuncion-pac3200.htm>

Peña, L. (21 de 04 de 2023). *ilumin capacita*. Sistema Fotovoltáico Conectado a la Red | On Grid | Interactivo: <https://ilumin.online/sistema-fotovoltáico-conectado-a-la-red-on-grid-interactivo/>

Puigcercos. (09 de 08 de 2020). *puigcercos*. Energía solar fotovoltaica aislada:
<https://www.puigcercos.com/energia-renovable/fotovoltáica/solar-aislada/>

Qualiatech. (2021). *PROTOCOLO MODBUS*. <https://automation-networks.es/glossary/modbus-tcpip>

Quinaluiza Arias, A. (2018). *Interfaz de programación de aplicaciones para la generación automática de procedimientos almacenados en MySQL*. [Tesis de ingeniería, Universidad Técnica de Ambato]. Repositorio institucional, Ambato.
<https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/27820>

- Raspberrypi. (2024). *¿Que es Raspberry Pi?* raspberrypi.cl: <https://raspberrypi.cl/que-es-raspberry/>
- Renova-Energia. (15 de 12 de 2015). *Renova energia*. Sistemas Solares Fotovoltaicos Conectados o de Conexión a Red Pública: <https://www.renova-energia.com/energia-renovable/energia-solar-fotovoltaica-conexion-de-red/>
- Repsol. (2024). *¿Qué es el consumo energético?* repsol.com: <https://www.repsol.com/es/energia-futuro/futuro-planeta/consumo-energetico/index.cshtml>
- Robbins, A. H., & Miller, W. C. (2008). *Análisis de circuitos* (Cuarta ed.). Santa Fe: Cengage Learning, Inc.
- Rodríguez, L., Alemán, M., Moreano, M., & García, W. (2020). *Monitoreo y Caracterización de Indicadores de Eficiencia Energética en la ULEAM*. Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí Dirección General de Investigación.
- Romero, A. E. (2019). *Apuntes para el uso básico del PLC S7-1200 para las asignaturas del área de Automatización Industrial*. UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO. Ciudad de Mexico: Ciudad Universitaria. <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/17055/Materialdidactico.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- Ropero Portillo, S. (3 de Junio de 2024). *Qué es la eficiencia energética: definición y ejemplos*. [ecologiaverde.com: https://www.ecologiaverde.com/que-es-la-eficiencia-energetica-definicion-y-ejemplos-2804.html](https://www.ecologiaverde.com/que-es-la-eficiencia-energetica-definicion-y-ejemplos-2804.html)

Sancán Delgado , M. (2020). “*Diseño y construcción de un sistema de alarmas mediante el uso de equipos PLC y microprocesadores Open Source en medidores de energía de la Facultad de Ingeniería*”. Manta.

Sandoya, A. D. (2018). *Normas NEc - Instalaciones eléctricas*. Ministerio de Desarrollo Humano y Vivienda, Ecuador.

sebastian, E. (12 de 05 de 2022). *Calcular cables para fotovoltaicos*. eliseosebastian:
<https://eliseosebastian.com/calcular-cables-para-fotovoltaicos-2/>

SIEMENS. (2012). *SENTRON Powermanager*. <https://doi.org/E10003-E38-11T-G2121-V1-7800>

SIEMENS. (5 de Diciembre de 2019). *Características especiales, ventajas y propiedades ofrece el protocolo S7*. Industry Online Support Ecuador:
<https://support.industry.siemens.com/cs/document/26483647/¿qué-características-especiales-ventajas-y-propiedades-ofrece-el-protocolo-s7-?dti=0&lc=es-EC>

Siemens. (2019). *Catalogo Sentron Pac 3220*. Retrieved 16 de mayo de 2022, from
https://cache.industry.siemens.com/dl/files/307/109767307/att_1003966/v1/MAN_L1V30519172D-01_es_es-MX.pdf

SIEMENS. (2019). *Totally Integrated Automation Portal*.
https://assets.new.siemens.com/siemens/assets/api/uuid:0c66eeeb-b67d-4c98-aa0d-290f82d5c0d2/7801-09-tia-p-ipdf-en-181029-1.pdf?ste_sid=a349ab6f5918389c21d4592d3aa2ef43

Siemens. (13 de Septiembre de 2022). *Software de monitorización de energía SENTRON powermanager*. industry.siemens.com:
<https://support.industry.siemens.com/cs/document/109764692/software-de->

monitorizaci%C3%B3n-de-energ%C3%ADa-sentron-powermanager?dti=0&lc=es-
EC

Siemens. (2023). *SENTRON Powermanager – power monitoring for smart infrastructures*.

siemens.com: <https://www.siemens.com/global/en/products/energy/low-voltage/software/sentron-powermanager.html>

Siemens AG. (2018). *SIMATIC Controlador programable S7-1200*. Núremberg: Division Digital Factory. <https://doi.org/A5E02486683-AL>

Solarama. (2019). *Equipos de un sistema fotovoltaico*. <https://solarama.mx/blog/que-son-los-sistemas-fotovoltaicos/>

SolarTech Energy. (s.f.). SolarTech Energy web site S.F: <https://solartech-energy.com.ar/bombeo-solar-directo/>

Soluciones LED. (23 de 01 de 2017). *soluciones-led*. ¿Por qué conectar a tierra?: <https://www.soluciones-led.com/conectar-tierra-comprobar-los-sistemas-conexion-tierra/>

SotySolar. (19 de Diciembre de 2022). Tipos de conexiones en los paneles solares, inversor: <https://sotysolar.es/placas-solares/instalacion/serie-o-paralelo>

Tec-eos. (11 de Octubre de 2021). *¿Cómo funcionan los medidores de energía eléctrica?* tec-eos.com: <https://tec-eos.com/como-funcionan-los-medidores-de-energia-electrica/>

Tecnopl. (2022). *PLC S7 1200 Siemens al detalle, comparación, bloques, memoria*. tecnopl.com: <https://www.tecnopl.com/plc-s7-1200-siemens-al-detalle-comparacion-bloques-memoria/>

Tiposde. (2023). *Tipos de conexiones eléctricas*. tiposde.net: <https://tiposde.net/tipos-de-conexiones-electricas/>

- Totalenergíes. (29 de Enero de 2020). *¿QUÉ SON LOS CONTADORES ELÉCTRICOS DIGITALES?* totalenergíes.es:
<https://www.totalenergíes.es/es/pymes/blog/contadores-electricos-digitales>
- Tp-link. (Junio de 2018). *Switch de sobremesa con 8 puertos a 10/100 Mbps*. Retrieved 16 de Julio de 2021, from Switches No Administrables TL-SF1008D: <https://www.tp-link.com/ec/business-networking/unmanaged-switch/tl-sf1008d/#overview>
- Udima. (31 de Marzo de 2021). *Características de las Baterías*.
<https://blogs.udima.es/ingenieria-industrial/baterias-fotovoltaica-caracteristicas-y-tipos/>
- Ugena, A. (2014). Departamento de Tecnología Electrónica. *Diseño de un circuito cargador de baterías para un panel solar con seguimiento*. Universidad carlos III de Madrid, Leganes. https://e-archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/22551/PFC_alejandro_ugena_ortiz_2014.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Uleam. (Octubre de 2023). *Carreras Uleam, Facilitación de equipos para proyecto de titulación*. <https://carreras.uleam.edu.ec/facultad-ingenieria-industria-y-arquitectura/>
- Valdiosera, A. (2013). *Diseño de medidor inteligente e implementación de sistema de comunicación bidireccional*. Instituto Politécnico Nacional, Ciudad de Mexico. <https://doi.org/https://www.sepielectrica.esimez.ipn.mx/Tesis/2013/Diseno%20de%20medidor.pdf>
- Vasquez, Ramiro, Yepez, & Marco. (12 de 03 de 2015). Estudio de fallas en instalaciones eléctricas domiciliarias y comerciales e implementación de un modelo didáctico para su corrección. Ibarra, Ecuador. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/4116>

Villao, O., & Consuegra, E. (2021). Dimensionamiento de paneles solares. *Dimensionamiento óptimo de un sistema fotovoltaico*. Universidad Politécnica Salesiana, Guayaquil.

Yépez, M. (2014). *Antecedentes*. Ibarra: Estudio de instalaciones eléctricas domiciliarias y comerciales.

ANEXOS

Anexo 1. Bloque de función de variables globales

```

////////////////////////////////////
//01 MEDICINA
global.set('MEDICINA.VL1', parseFloat(msg.payload.MEDICINA_VL1.toFixed(2)));
global.set('MEDICINA.VL2', parseFloat(msg.payload.MEDICINA_VL2.toFixed(2)));
global.set('MEDICINA.VL3', parseFloat(msg.payload.MEDICINA_VL3.toFixed(2)));
global.set('MEDICINA.VL1L2', parseFloat(msg.payload.MEDICINA_VL1L2.toFixed(2)));
global.set('MEDICINA.VL2L3', parseFloat(msg.payload.MEDICINA_VL2L3.toFixed(2)));
global.set('MEDICINA.VL3L1', parseFloat(msg.payload.MEDICINA_VL3L1.toFixed(2)));
global.set('MEDICINA.I1', parseFloat(msg.payload.MEDICINA_I1.toFixed(2)));
global.set('MEDICINA.I2', parseFloat(msg.payload.MEDICINA_I2.toFixed(2)));
global.set('MEDICINA.I3', parseFloat(msg.payload.MEDICINA_I3.toFixed(2)));
global.set('MEDICINA.P_APARENTE_L1', parseFloat(msg.payload.MEDICINA_P_APARENTE_L1.toFixed(2)));
global.set('MEDICINA.P_APARENTE_L2', parseFloat(msg.payload.MEDICINA_P_APARENTE_L2.toFixed(2)));
global.set('MEDICINA.P_APARENTE_L3', parseFloat(msg.payload.MEDICINA_P_APARENTE_L3.toFixed(2)));
global.set('MEDICINA.P_ACTIV_A_L1', parseFloat(msg.payload.MEDICINA_VMEDICINA_P_ACTIV_A_L1L3.toFixed(2)));
global.set('MEDICINA.P_ACTIV_A_L2', parseFloat(msg.payload.MEDICINA_P_ACTIV_A_L2.toFixed(2)));
global.set('MEDICINA.P_ACTIV_A_L3', parseFloat(msg.payload.MEDICINA_P_ACTIV_A_L3.toFixed(2)));
global.set('MEDICINA.P_REACTIVA_L1', parseFloat(msg.payload.MEDICINA_P_REACTIVA_L1.toFixed(2)));
global.set('MEDICINA.P_REACTIVA_L2', parseFloat(msg.payload.MEDICINA_P_REACTIVA_L2.toFixed(2)));
global.set('MEDICINA.P_REACTIVA_L3', parseFloat(msg.payload.MEDICINA_P_REACTIVA_L3.toFixed(2)));
global.set('MEDICINA.FACTOR_P_L1', parseFloat(msg.payload.MEDICINA_FACTOR_P_L1.toFixed(2)));
global.set('MEDICINA.FACTOR_P_L2', parseFloat(msg.payload.MEDICINA_FACTOR_P_L2.toFixed(2)));
global.set('MEDICINA.FACTOR_P_L3', parseFloat(msg.payload.MEDICINA_FACTOR_P_L3.toFixed(2)));
global.set('MEDICINA.THDRV_L1', parseFloat(msg.payload.MEDICINA_THDRV_L1.toFixed(2)));
global.set('MEDICINA.THDRV_L2', parseFloat(msg.payload.MEDICINA_THDRV_L2.toFixed(2)));
global.set('MEDICINA.THDRV_L3', parseFloat(msg.payload.MEDICINA_THDRV_L3.toFixed(2)));
global.set('MEDICINA.THDR_L1', parseFloat(msg.payload.MEDICINA_THDR_L1.toFixed(2)));
global.set('MEDICINA.THDR_L2', parseFloat(msg.payload.MEDICINA_THDR_L2.toFixed(2)));
global.set('MEDICINA.THDR_L3', parseFloat(msg.payload.MEDICINA_THDR_L3.toFixed(2)));
global.set('MEDICINA.FRECUENCIA', parseFloat(msg.payload.MEDICINA_FRECUENCIA.toFixed(2)));
global.set('MEDICINA.VLN_MEDIA', parseFloat(msg.payload.MEDICINA_VLN_MEDIA.toFixed(2)));
global.set('MEDICINA.VLL_MEDIA', parseFloat(msg.payload.MEDICINA_VLL_MEDIA.toFixed(2)));
global.set('MEDICINA.I_MEDIA', parseFloat(msg.payload.MEDICINA_I_MEDIA.toFixed(2)));
global.set('MEDICINA.P_APARENTE_TOTAL', parseFloat(msg.payload.MEDICINA_P_APARENTE_TOTAL.toFixed(2)));
global.set('MEDICINA.P_ACTIV_A_TOTAL', parseFloat(msg.payload.MEDICINA_P_ACTIV_A_TOTAL.toFixed(2)));
global.set('MEDICINA.P_REACTIVA_TOTAL', parseFloat(msg.payload.MEDICINA_P_REACTIVA_TOTAL.toFixed(2)));
global.set('MEDICINA.FACTOR_P_TOTAL', parseFloat(msg.payload.MEDICINA_FACTOR_P_TOTAL.toFixed(2)));
global.set('MEDICINA.DESBALANCE_V', parseFloat(msg.payload.MEDICINA_DESBALANCE_V.toFixed(2)));
global.set('MEDICINA.DESBALANCE_I', parseFloat(msg.payload.MEDICINA_DESBALANCE_I.toFixed(2)));

////////////////////////////////////
//02 INFORMATICA_EXTERIOR_1
global.set('INFORMATICA_EXTERIOR_1.VL1', parseFloat(msg.payload.INFORMATICA_EXTERIOR_1_VL1.toFixed(2)));
global.set('INFORMATICA_EXTERIOR_1.VL2', parseFloat(msg.payload.INFORMATICA_EXTERIOR_1_VL2.toFixed(2)));
global.set('INFORMATICA_EXTERIOR_1.VL3', parseFloat(msg.payload.INFORMATICA_EXTERIOR_1_VL3.toFixed(2)));
global.set('INFORMATICA_EXTERIOR_1.VL1L2', parseFloat(msg.payload.INFORMATICA_EXTERIOR_1_VL1L2.toFixed(2)));
global.set('INFORMATICA_EXTERIOR_1.VL2L3', parseFloat(msg.payload.INFORMATICA_EXTERIOR_1_VL2L3.toFixed(2)));
global.set('INFORMATICA_EXTERIOR_1.VL3L1', parseFloat(msg.payload.INFORMATICA_EXTERIOR_1_VL3L1.toFixed(2)));
global.set('INFORMATICA_EXTERIOR_1.I1', parseFloat(msg.payload.INFORMATICA_EXTERIOR_1_I1.toFixed(2)));
global.set('INFORMATICA_EXTERIOR_1.I2', parseFloat(msg.payload.INFORMATICA_EXTERIOR_1_I2.toFixed(2)));
global.set('INFORMATICA_EXTERIOR_1.I3', parseFloat(msg.payload.INFORMATICA_EXTERIOR_1_I3.toFixed(2)));
global.set('INFORMATICA_EXTERIOR_1.P_APARENTE_L1',
parseFloat(msg.payload.INFORMATICA_EXTERIOR_1_P_APARENTE_L1.toFixed(2)));
global.set('INFORMATICA_EXTERIOR_1.P_APARENTE_L2',
parseFloat(msg.payload.INFORMATICA_EXTERIOR_1_P_APARENTE_L2.toFixed(2)));
global.set('INFORMATICA_EXTERIOR_1.P_APARENTE_L3',
parseFloat(msg.payload.INFORMATICA_EXTERIOR_1_P_APARENTE_L3.toFixed(2)));
global.set('INFORMATICA_EXTERIOR_1.P_ACTIV_A_L1',
parseFloat(msg.payload.INFORMATICA_EXTERIOR_1_P_ACTIV_A_L1.toFixed(2)));
global.set('INFORMATICA_EXTERIOR_1.P_ACTIV_A_L2',
parseFloat(msg.payload.INFORMATICA_EXTERIOR_1_P_ACTIV_A_L2.toFixed(2)));
global.set('INFORMATICA_EXTERIOR_1.P_ACTIV_A_L3',
parseFloat(msg.payload.INFORMATICA_EXTERIOR_1_P_ACTIV_A_L3.toFixed(2)));
global.set('INFORMATICA_EXTERIOR_1.P_REACTIVA_L1',
parseFloat(msg.payload.INFORMATICA_EXTERIOR_1_P_REACTIVA_L1.toFixed(2)));

```



```

global.set('ODONTOLOGIA.THDR1_L3', parseFloat(msg.payload.ODONTOLOGIA_THDR1_L3.toFixed(2)));
global.set('ODONTOLOGIA.FRECUENCIA', parseFloat(msg.payload.ODONTOLOGIA_FRECUENCIA.toFixed(2)));
global.set('ODONTOLOGIA.VLN_MEDIA', parseFloat(msg.payload.ODONTOLOGIA_VLN_MEDIA.toFixed(2)));
global.set('ODONTOLOGIA.VLL_MEDIA', parseFloat(msg.payload.ODONTOLOGIA_VLL_MEDIA.toFixed(2)));
global.set('ODONTOLOGIA.I_MEDIA', parseFloat(msg.payload.ODONTOLOGIA_I_MEDIA.toFixed(2)));
global.set('ODONTOLOGIA.P_APARENTE_TOTAL', parseFloat(msg.payload.ODONTOLOGIA_P_APARENTE_TOTAL.toFixed(2)));
global.set('ODONTOLOGIA.P_ACTIVIA_TOTAL', parseFloat(msg.payload.ODONTOLOGIA_P_ACTIVIA_TOTAL.toFixed(2)));
global.set('ODONTOLOGIA.P_REACTIVA_TOTAL', parseFloat(msg.payload.ODONTOLOGIA_P_REACTIVA_TOTAL.toFixed(2)));
global.set('ODONTOLOGIA.FACTOR_P_TOTAL', parseFloat(msg.payload.ODONTOLOGIA_FACTOR_P_TOTAL.toFixed(2)));
global.set('ODONTOLOGIA.DESBALANCE_V', parseFloat(msg.payload.ODONTOLOGIA_DESBALANCE_V.toFixed(2)));
global.set('ODONTOLOGIA.DESBALANCE_I', parseFloat(msg.payload.ODONTOLOGIA_DESBALANCE_I.toFixed(2)));

```

```

////////////////////////////////////

```

```

//14 AGROPECUARIA

```

```

global.set('AGROPECUARIA.VL1', parseFloat(msg.payload.AGROPECUARIA_VL1.toFixed(2)));
global.set('AGROPECUARIA.VL2', parseFloat(msg.payload.AGROPECUARIA_VL2.toFixed(2)));
global.set('AGROPECUARIA.VL3', parseFloat(msg.payload.AGROPECUARIA_VL3.toFixed(2)));
global.set('AGROPECUARIA.VL1L2', parseFloat(msg.payload.AGROPECUARIA_VL1L2.toFixed(2)));
global.set('AGROPECUARIA.VL2L3', parseFloat(msg.payload.AGROPECUARIA_VL2L3.toFixed(2)));
global.set('AGROPECUARIA.VL3L1', parseFloat(msg.payload.AGROPECUARIA_VL3L1.toFixed(2)));
global.set('AGROPECUARIA.II', parseFloat(msg.payload.AGROPECUARIA_II.toFixed(2)));
global.set('AGROPECUARIA.I2', parseFloat(msg.payload.AGROPECUARIA_I2.toFixed(2)));
global.set('AGROPECUARIA.I3', parseFloat(msg.payload.AGROPECUARIA_I3.toFixed(2)));
global.set('AGROPECUARIA.P_APARENTE_L1', parseFloat(msg.payload.AGROPECUARIA_P_APARENTE_L1.toFixed(2)));
global.set('AGROPECUARIA.P_APARENTE_L2', parseFloat(msg.payload.AGROPECUARIA_P_APARENTE_L2.toFixed(2)));
global.set('AGROPECUARIA.P_APARENTE_L3', parseFloat(msg.payload.AGROPECUARIA_P_APARENTE_L3.toFixed(2)));
global.set('AGROPECUARIA.P_ACTIVIA_L1', parseFloat(msg.payload.AGROPECUARIA_P_ACTIVIA_L1.toFixed(2)));
global.set('AGROPECUARIA.P_ACTIVIA_L2', parseFloat(msg.payload.AGROPECUARIA_P_ACTIVIA_L2.toFixed(2)));
global.set('AGROPECUARIA.P_ACTIVIA_L3', parseFloat(msg.payload.AGROPECUARIA_P_ACTIVIA_L3.toFixed(2)));
global.set('AGROPECUARIA.P_REACTIVA_L1', parseFloat(msg.payload.AGROPECUARIA_P_REACTIVA_L1.toFixed(2)));
global.set('AGROPECUARIA.P_REACTIVA_L2', parseFloat(msg.payload.AGROPECUARIA_P_REACTIVA_L2.toFixed(2)));
global.set('AGROPECUARIA.P_REACTIVA_L3', parseFloat(msg.payload.AGROPECUARIA_P_REACTIVA_L3.toFixed(2)));
global.set('AGROPECUARIA.P_FACTOR_P_L1', parseFloat(msg.payload.AGROPECUARIA_FACTOR_P_L1.toFixed(2)));
global.set('AGROPECUARIA.P_FACTOR_P_L2', parseFloat(msg.payload.AGROPECUARIA_FACTOR_P_L2.toFixed(2)));
global.set('AGROPECUARIA.P_FACTOR_P_L3', parseFloat(msg.payload.AGROPECUARIA_FACTOR_P_L3.toFixed(2)));
global.set('AGROPECUARIA.THDRV_L1', parseFloat(msg.payload.AGROPECUARIA_THDRV_L1.toFixed(2)));
global.set('AGROPECUARIA.THDRV_L2', parseFloat(msg.payload.AGROPECUARIA_THDRV_L2.toFixed(2)));
global.set('AGROPECUARIA.THDRV_L3', parseFloat(msg.payload.AGROPECUARIA_THDRV_L3.toFixed(2)));
global.set('AGROPECUARIA.THDR1_L1', parseFloat(msg.payload.AGROPECUARIA_THDR1_L1.toFixed(2)));
global.set('AGROPECUARIA.THDR1_L2', parseFloat(msg.payload.AGROPECUARIA_THDR1_L2.toFixed(2)));
global.set('AGROPECUARIA.THDR1_L3', parseFloat(msg.payload.AGROPECUARIA_THDR1_L3.toFixed(2)));
global.set('AGROPECUARIA.FRECUENCIA', parseFloat(msg.payload.AGROPECUARIA_FRECUENCIA.toFixed(2)));
global.set('AGROPECUARIA.VLN_MEDIA', parseFloat(msg.payload.AGROPECUARIA_VLN_MEDIA.toFixed(2)));
global.set('AGROPECUARIA.VLL_MEDIA', parseFloat(msg.payload.AGROPECUARIA_VLL_MEDIA.toFixed(2)));
global.set('AGROPECUARIA.I_MEDIA', parseFloat(msg.payload.AGROPECUARIA_I_MEDIA.toFixed(2)));
global.set('AGROPECUARIA.P_APARENTE_TOTAL',
parseFloat(msg.payload.AGROPECUARIA_P_APARENTE_TOTAL.toFixed(2)));
global.set('AGROPECUARIA.P_ACTIVIA_TOTAL', parseFloat(msg.payload.AGROPECUARIA_P_ACTIVIA_TOTAL.toFixed(2)));
global.set('AGROPECUARIA.P_REACTIVA_TOTAL',
parseFloat(msg.payload.AGROPECUARIA_P_REACTIVA_TOTAL.toFixed(2)));
global.set('AGROPECUARIA.FACTOR_P_TOTAL', parseFloat(msg.payload.AGROPECUARIA_FACTOR_P_TOTAL.toFixed(2)));
global.set('AGROPECUARIA.DESBALANCE_V', parseFloat(msg.payload.AGROPECUARIA_DESBALANCE_V.toFixed(2)));
global.set('AGROPECUARIA.DESBALANCE_I', parseFloat(msg.payload.AGROPECUARIA_DESBALANCE_I.toFixed(2)));

```

Anexo 2. Bloque de función envió completo de todas las áreas

```

// Formato de timestamp: dd/mm/yyyy hh:mm
var timestamp = day + '/' + month + '/' + year + ' ' + hours + ':' + minutes;

```

```

// Crear los datos a enviar
msg.payload =
[
  {
    id: 1, //MEDICINA
    timestamp: timestamp,
    Voltaje_11_N: global.get('MEDICINA_VL1'),
    Voltaje_12_N: global.get('MEDICINA_VL2'),
    Voltaje_13_N: global.get('MEDICINA_VL3'),
    Voltaje_11_12: global.get('MEDICINA_VL1L2'),
    Voltaje_12_13: global.get('MEDICINA_VL2L3'),
    Voltaje_13_11: global.get('MEDICINA_VL3L1'),
    Corriente_11: global.get('MEDICINA_I1 '),
    Corriente_12: global.get('MEDICINA_I2'),
    Corriente_13: global.get('MEDICINA_I3'),
    Potencia_aparente_11: global.get('MEDICINA_P_APARENTE_L1'),
    Potencia_aparente_12: global.get('MEDICINA_P_APARENTE_L2'),
    Potencia_aparente_13: global.get('MEDICINA_P_APARENTE_L3'),
    Potencia_activa_11: global.get('MEDICINA_P_ACTIVADA_L1'),
    Potencia_activa_12: global.get('MEDICINA_P_ACTIVADA_L2'),
    Potencia_activa_13: global.get('MEDICINA_P_ACTIVADA_L3'),
    Potencia_reactiva_11: global.get('MEDICINA_P_REACTIVA_L1'),
    Potencia_reactiva_12: global.get('MEDICINA_P_REACTIVA_L2'),
    Potencia_reactiva_13: global.get('MEDICINA_P_REACTIVA_L3'),
    Factor_potencia_11: global.get('MEDICINA_FACTOR_P_L1'),
    Factor_potencia_12: global.get('MEDICINA_FACTOR_P_L2'),
    Factor_potencia_13: global.get('MEDICINA_FACTOR_P_L3'),
    THDR_voltaje_11: global.get('MEDICINA_THDRV_L1'),
    THDR_voltaje_12: global.get('MEDICINA_THDRV_L2'),
    THDR_voltaje_13: global.get('MEDICINA_THDRV_L3'),
    THDR_corriente_11: global.get('MEDICINA_THDRI_L1'),
    THDR_corriente_12: global.get('MEDICINA_THDRI_L2'),
    THDR_corriente_13: global.get('MEDICINA_THDRI_L3'),
    Frecuencia: global.get('MEDICINA_FRECUENCIA'),
    Voltaje_media_vln: global.get('MEDICINA_VLN_MEDIA'),
    Voltaje_media_vll: global.get('MEDICINA_VLL_MEDIA'),
    Corriente_media: global.get('MEDICINA_I_MEDIA'),
    Potencia_aparente: global.get('MEDICINA_P_APARENTE_TOTAL'),
    Potencia_activa: global.get('MEDICINA_P_ACTIVADA_TOTAL'),
    Potencia_reactiva: global.get('MEDICINA_P_REACTIVA_TOTAL'),
    Factor_potencia: global.get('MEDICINA_FACTOR_P_TOTAL'),
    Desbalance_amp_tension: global.get('MEDICINA_DESBALANCE_V'),
    Desbalance_amp_corriente: global.get('MEDICINA_DESBALANCE_I')
  },
  {
    id: 2, //INFORMATICA_EXTERIOR_1
    timestamp: timestamp,
    Voltaje_11_N: global.get('INFORMATICA_EXTERIOR_1_VL1'),
    Voltaje_12_N: global.get('INFORMATICA_EXTERIOR_1_VL2'),
    Voltaje_13_N: global.get('INFORMATICA_EXTERIOR_1_VL3'),
    Voltaje_11_12: global.get('INFORMATICA_EXTERIOR_1_VL1L2'),
    Voltaje_12_13: global.get('INFORMATICA_EXTERIOR_1_VL2L3'),
    Voltaje_13_11: global.get('INFORMATICA_EXTERIOR_1_VL3L1'),
    Corriente_11: global.get('INFORMATICA_EXTERIOR_1_I1 '),
    Corriente_12: global.get('INFORMATICA_EXTERIOR_1_I2'),
    Corriente_13: global.get('INFORMATICA_EXTERIOR_1_I3'),
    Potencia_aparente_11: global.get('INFORMATICA_EXTERIOR_1_P_APARENTE_L1'),
    Potencia_aparente_12: global.get('INFORMATICA_EXTERIOR_1_P_APARENTE_L2'),
    Potencia_aparente_13: global.get('INFORMATICA_EXTERIOR_1_P_APARENTE_L3'),
    Potencia_activa_11: global.get('INFORMATICA_EXTERIOR_1_P_ACTIVADA_L1'),
    Potencia_activa_12: global.get('INFORMATICA_EXTERIOR_1_P_ACTIVADA_L2'),
    Potencia_activa_13: global.get('INFORMATICA_EXTERIOR_1_P_ACTIVADA_L3'),
    Potencia_reactiva_11: global.get('INFORMATICA_EXTERIOR_1_P_REACTIVA_L1'),
    Potencia_reactiva_12: global.get('INFORMATICA_EXTERIOR_1_P_REACTIVA_L2'),
    Potencia_reactiva_13: global.get('INFORMATICA_EXTERIOR_1_P_REACTIVA_L3'),
    Factor_potencia_11: global.get('INFORMATICA_EXTERIOR_1_FACTOR_P_L1'),
  }
]

```

```

Factor_potencia_l2: global.get('INFORMATICA_EXTERIOR_1_FACTOR_P_L2'),
Factor_potencia_l3: global.get('INFORMATICA_EXTERIOR_1_FACTOR_P_L3'),
THDR_voltaje_l1: global.get('INFORMATICA_EXTERIOR_1_THDRV_L1'),
THDR_voltaje_l2: global.get('INFORMATICA_EXTERIOR_1_THDRV_L2'),
THDR_voltaje_l3: global.get('INFORMATICA_EXTERIOR_1_THDRV_L3'),
THDR_corriente_l1: global.get('INFORMATICA_EXTERIOR_1_THDRI_L1'),
THDR_corriente_l2: global.get('INFORMATICA_EXTERIOR_1_THDRI_L2'),
THDR_corriente_l3: global.get('INFORMATICA_EXTERIOR_1_THDRI_L3'),
Frecuencia: global.get('INFORMATICA_EXTERIOR_1_FRECUENCIA'),
Voltaje_media_vln: global.get('INFORMATICA_EXTERIOR_1_VLN_MEDIA'),
Voltaje_media_vll: global.get('INFORMATICA_EXTERIOR_1_VLL_MEDIA'),
Corriente_media: global.get('INFORMATICA_EXTERIOR_1_I_MEDIA'),
Potencia_aparente: global.get('INFORMATICA_EXTERIOR_1_P_APARENTE_TOTAL'),
Potencia_activa: global.get('INFORMATICA_EXTERIOR_1_P_ACTIVIA_TOTAL'),
Potencia_reactiva: global.get('INFORMATICA_EXTERIOR_1_P_REACTIVA_TOTAL'),
Factor_potencia: global.get('INFORMATICA_EXTERIOR_1_FACTOR_P_TOTAL'),
Desbalance_amp_tension: global.get('INFORMATICA_EXTERIOR_1_DESBALANCE_V'),
Desbalance_amp_corriente: global.get('INFORMATICA_EXTERIOR_1_DESBALANCE_I')
},
{
id: 3, //INFORMATICA_EXTERIOR_2
timestamp: timestamp,
Voltaje_l1_N: global.get('INFORMATICA_EXTERIOR_2_VL1'),
Voltaje_l2_N: global.get('INFORMATICA_EXTERIOR_2_VL2'),
Voltaje_l3_N: global.get('INFORMATICA_EXTERIOR_2_VL3'),
Voltaje_l1_l2: global.get('INFORMATICA_EXTERIOR_2_VL1L2'),
Voltaje_l2_l3: global.get('INFORMATICA_EXTERIOR_2_VL2L3'),
Voltaje_l3_l1: global.get('INFORMATICA_EXTERIOR_2_VL3L1'),
Corriente_l1: global.get('INFORMATICA_EXTERIOR_2_I1'),
Corriente_l2: global.get('INFORMATICA_EXTERIOR_2_I2'),
Corriente_l3: global.get('INFORMATICA_EXTERIOR_2_I3'),
Potencia_aparente_l1: global.get('INFORMATICA_EXTERIOR_2_P_APARENTE_L1'),
Potencia_aparente_l2: global.get('INFORMATICA_EXTERIOR_2_P_APARENTE_L2'),
Potencia_aparente_l3: global.get('INFORMATICA_EXTERIOR_2_P_APARENTE_L3'),
Potencia_activa_l1: global.get('INFORMATICA_EXTERIOR_2_P_ACTIVIA_L1'),
Potencia_activa_l2: global.get('INFORMATICA_EXTERIOR_2_P_ACTIVIA_L2'),
Potencia_activa_l3: global.get('INFORMATICA_EXTERIOR_2_P_ACTIVIA_L3'),
Potencia_reactiva_l1: global.get('INFORMATICA_EXTERIOR_2_P_REACTIVA_L1'),
Potencia_reactiva_l2: global.get('INFORMATICA_EXTERIOR_2_P_REACTIVA_L2'),
Potencia_reactiva_l3: global.get('INFORMATICA_EXTERIOR_2_P_REACTIVA_L3'),
Factor_potencia_l1: global.get('INFORMATICA_EXTERIOR_2_FACTOR_P_L1'),
Factor_potencia_l2: global.get('INFORMATICA_EXTERIOR_2_FACTOR_P_L2'),
Factor_potencia_l3: global.get('INFORMATICA_EXTERIOR_2_FACTOR_P_L3'),
THDR_voltaje_l1: global.get('INFORMATICA_EXTERIOR_2_THDRV_L1'),
THDR_voltaje_l2: global.get('INFORMATICA_EXTERIOR_2_THDRV_L2'),
THDR_voltaje_l3: global.get('INFORMATICA_EXTERIOR_2_THDRV_L3'),
THDR_corriente_l1: global.get('INFORMATICA_EXTERIOR_2_THDRI_L1'),
THDR_corriente_l2: global.get('INFORMATICA_EXTERIOR_2_THDRI_L2'),
THDR_corriente_l3: global.get('INFORMATICA_EXTERIOR_2_THDRI_L3'),
Frecuencia: global.get('INFORMATICA_EXTERIOR_2_FRECUENCIA'),
Voltaje_media_vln: global.get('INFORMATICA_EXTERIOR_2_VLN_MEDIA'),
Voltaje_media_vll: global.get('INFORMATICA_EXTERIOR_2_VLL_MEDIA'),
Corriente_media: global.get('INFORMATICA_EXTERIOR_2_I_MEDIA'),
Potencia_aparente: global.get('INFORMATICA_EXTERIOR_2_P_APARENTE_TOTAL'),
Potencia_activa: global.get('INFORMATICA_EXTERIOR_2_P_ACTIVIA_TOTAL'),
Potencia_reactiva: global.get('INFORMATICA_EXTERIOR_2_P_REACTIVA_TOTAL'),
Factor_potencia: global.get('INFORMATICA_EXTERIOR_2_FACTOR_P_TOTAL'),
Desbalance_amp_tension: global.get('INFORMATICA_EXTERIOR_2_DESBALANCE_V'),
Desbalance_amp_corriente: global.get('INFORMATICA_EXTERIOR_2_DESBALANCE_I')
},
{
id: 4, //ADMINISTRACION
timestamp: timestamp,
Voltaje_l1_N: global.get('ADMINISTRACION_VL1'),
Voltaje_l2_N: global.get('ADMINISTRACION_VL2'),
Voltaje_l3_N: global.get('ADMINISTRACION_VL3'),
Voltaje_l1_l2: global.get('ADMINISTRACION_VL1L2'),

```

```

Voltaje_I2_I3: global.get('ADMINISTRACION_VL2L3'),
Voltaje_I3_I1: global.get('ADMINISTRACION_VL3L1'),
Corriente_I1: global.get('ADMINISTRACION_I1 '),
Corriente_I2: global.get('ADMINISTRACION_I2'),
Corriente_I3: global.get('ADMINISTRACION_I3'),
Potencia_aparente_I1: global.get('ADMINISTRACION_P_APARENTE_L1'),
Potencia_aparente_I2: global.get('ADMINISTRACION_P_APARENTE_L2'),
Potencia_aparente_I3: global.get('ADMINISTRACION_P_APARENTE_L3'),
Potencia_activa_I1: global.get('ADMINISTRACION_P_ACTIVIA_L1'),
Potencia_activa_I2: global.get('ADMINISTRACION_P_ACTIVIA_L2'),
Potencia_activa_I3: global.get('ADMINISTRACION_P_ACTIVIA_L3'),
Potencia_reactiva_I1: global.get('ADMINISTRACION_P_REACTIVA_L1'),
Potencia_reactiva_I2: global.get('ADMINISTRACION_P_REACTIVA_L2'),
Potencia_reactiva_I3: global.get('ADMINISTRACION_P_REACTIVA_L3'),
Factor_potencia_I1: global.get('ADMINISTRACION_FACTOR_P_L1'),
Factor_potencia_I2: global.get('ADMINISTRACION_FACTOR_P_L2'),
Factor_potencia_I3: global.get('ADMINISTRACION_FACTOR_P_L3'),
THDR_voltaje_I1: global.get('ADMINISTRACION_THDRV_L1'),
THDR_voltaje_I2: global.get('ADMINISTRACION_THDRV_L2'),
THDR_voltaje_I3: global.get('ADMINISTRACION_THDRV_L3'),
THDR_corriente_I1: global.get('ADMINISTRACION_THDRI_L1'),
THDR_corriente_I2: global.get('ADMINISTRACION_THDRI_L2'),
THDR_corriente_I3: global.get('ADMINISTRACION_THDRI_L3'),
Frecuencia: global.get('ADMINISTRACION_FRECUENCIA'),
Voltaje_media_vln: global.get('ADMINISTRACION_VLN_MEDIA'),
Voltaje_media_vll: global.get('ADMINISTRACION_VLL_MEDIA'),
Corriente_media: global.get('ADMINISTRACION_I_MEDIA'),
Potencia_aparente: global.get('ADMINISTRACION_P_APARENTE_TOTAL'),
Potencia_activa: global.get('ADMINISTRACION_P_ACTIVIA_TOTAL'),
Potencia_reactiva: global.get('ADMINISTRACION_P_REACTIVA_TOTAL'),
Factor_potencia: global.get('ADMINISTRACION_FACTOR_P_TOTAL'),
Desbalance_amp_tension: global.get('ADMINISTRACION_DESBALANCE_V'),
Desbalance_amp_corriente: global.get('ADMINISTRACION_DESBALANCE_I')
},
{
id: 5, //MECANICA_NAVAL
timestamp: timestamp,
Voltaje_I1_N: global.get('MECANICA_NAVAL_VL1'),
Voltaje_I2_N: global.get('MECANICA_NAVAL_VL2'),
Voltaje_I3_N: global.get('MECANICA_NAVAL_VL3'),
Voltaje_I1_I2: global.get('MECANICA_NAVAL_VL1L2'),
Voltaje_I2_I3: global.get('MECANICA_NAVAL_VL2L3'),
Voltaje_I3_I1: global.get('MECANICA_NAVAL_VL3L1'),
Corriente_I1: global.get('MECANICA_NAVAL_I1 '),
Corriente_I2: global.get('MECANICA_NAVAL_I2'),
Corriente_I3: global.get('MECANICA_NAVAL_I3'),
Potencia_aparente_I1: global.get('MECANICA_NAVAL_P_APARENTE_L1'),
Potencia_aparente_I2: global.get('MECANICA_NAVAL_P_APARENTE_L2'),
Potencia_aparente_I3: global.get('MECANICA_NAVAL_P_APARENTE_L3'),
Potencia_activa_I1: global.get('MECANICA_NAVAL_P_ACTIVIA_L1'),
Potencia_activa_I2: global.get('MECANICA_NAVAL_P_ACTIVIA_L2'),
Potencia_activa_I3: global.get('MECANICA_NAVAL_P_ACTIVIA_L3'),
Potencia_reactiva_I1: global.get('MECANICA_NAVAL_P_REACTIVA_L1'),
Potencia_reactiva_I2: global.get('MECANICA_NAVAL_P_REACTIVA_L2'),
Potencia_reactiva_I3: global.get('MECANICA_NAVAL_P_REACTIVA_L3'),
Factor_potencia_I1: global.get('MECANICA_NAVAL_FACTOR_P_L1'),
Factor_potencia_I2: global.get('MECANICA_NAVAL_FACTOR_P_L2'),
Factor_potencia_I3: global.get('MECANICA_NAVAL_FACTOR_P_L3'),
THDR_voltaje_I1: global.get('MECANICA_NAVAL_THDRV_L1'),
THDR_voltaje_I2: global.get('MECANICA_NAVAL_THDRV_L2'),
THDR_voltaje_I3: global.get('MECANICA_NAVAL_THDRV_L3'),
THDR_corriente_I1: global.get('MECANICA_NAVAL_THDRI_L1'),
THDR_corriente_I2: global.get('MECANICA_NAVAL_THDRI_L2'),
THDR_corriente_I3: global.get('MECANICA_NAVAL_THDRI_L3'),
Frecuencia: global.get('MECANICA_NAVAL_FRECUENCIA'),
Voltaje_media_vln: global.get('MECANICA_NAVAL_VLN_MEDIA'),
Voltaje_media_vll: global.get('MECANICA_NAVAL_VLL_MEDIA'),

```

```

Corriente_media: global.get('MECANICA_NAVAL_I_MEDIA'),
Potencia_aparente: global.get('MECANICA_NAVAL_P_APARENTE_TOTAL'),
Potencia_activa: global.get('MECANICA_NAVAL_P_ACTIVADA_TOTAL'),
Potencia_reactiva: global.get('MECANICA_NAVAL_P_REACTIVA_TOTAL'),
Factor_potencia: global.get('MECANICA_NAVAL_FACTOR_P_TOTAL'),
Desbalance_amp_tension: global.get('MECANICA_NAVAL_DESBALANCE_V'),
Desbalance_amp_corriente: global.get('MECANICA_NAVAL_DESBALANCE_I')
},
{
id: 6, // INGENIERIA_EXTERIOR
timestamp: timestamp,
Voltaje_11_N: global.get('INGENIERIA_EXTERIOR_VL1'),
Voltaje_12_N: global.get('INGENIERIA_EXTERIOR_VL2'),
Voltaje_13_N: global.get('INGENIERIA_EXTERIOR_VL3'),
Voltaje_11_12: global.get('INGENIERIA_EXTERIOR_VL1L2'),
Voltaje_12_13: global.get('INGENIERIA_EXTERIOR_VL2L3'),
Voltaje_13_11: global.get('INGENIERIA_EXTERIOR_VL3L1'),
Corriente_11: global.get('INGENIERIA_EXTERIOR_I1 '),
Corriente_12: global.get('INGENIERIA_EXTERIOR_I2'),
Corriente_13: global.get('INGENIERIA_EXTERIOR_I3'),
Potencia_aparente_11: global.get('INGENIERIA_EXTERIOR_P_APARENTE_L1'),
Potencia_aparente_12: global.get('INGENIERIA_EXTERIOR_P_APARENTE_L2'),
Potencia_aparente_13: global.get('INGENIERIA_EXTERIOR_P_APARENTE_L3'),
Potencia_activa_11: global.get('INGENIERIA_EXTERIOR_P_ACTIVADA_L1'),
Potencia_activa_12: global.get('INGENIERIA_EXTERIOR_P_ACTIVADA_L2'),
Potencia_activa_13: global.get('INGENIERIA_EXTERIOR_P_ACTIVADA_L3'),
Potencia_reactiva_11: global.get('INGENIERIA_EXTERIOR_P_REACTIVA_L1'),
Potencia_reactiva_12: global.get('INGENIERIA_EXTERIOR_P_REACTIVA_L2'),
Potencia_reactiva_13: global.get('INGENIERIA_EXTERIOR_P_REACTIVA_L3'),
Factor_potencia_11: global.get('INGENIERIA_EXTERIOR_FACTOR_P_L1'),
Factor_potencia_12: global.get('INGENIERIA_EXTERIOR_FACTOR_P_L2'),
Factor_potencia_13: global.get('INGENIERIA_EXTERIOR_FACTOR_P_L3'),
THDR_voltaje_11: global.get('INGENIERIA_EXTERIOR_THDRV_L1'),
THDR_voltaje_12: global.get('INGENIERIA_EXTERIOR_THDRV_L2'),
THDR_voltaje_13: global.get('INGENIERIA_EXTERIOR_THDRV_L3'),
THDR_corriente_11: global.get('INGENIERIA_EXTERIOR_THDRI_L1'),
THDR_corriente_12: global.get('INGENIERIA_EXTERIOR_THDRI_L2'),
THDR_corriente_13: global.get('INGENIERIA_EXTERIOR_THDRI_L3'),
Frecuencia: global.get('INGENIERIA_EXTERIOR_FRECUENCIA'),
Voltaje_media_vln: global.get('INGENIERIA_EXTERIOR_VLN_MEDIA'),
Voltaje_media_vll: global.get('INGENIERIA_EXTERIOR_VLL_MEDIA'),
Corriente_media: global.get('INGENIERIA_EXTERIOR_I_MEDIA'),
Potencia_aparente: global.get('INGENIERIA_EXTERIOR_P_APARENTE_TOTAL'),
Potencia_activa: global.get('INGENIERIA_EXTERIOR_P_ACTIVADA_TOTAL'),
Potencia_reactiva: global.get('INGENIERIA_EXTERIOR_P_REACTIVA_TOTAL'),
Factor_potencia: global.get('INGENIERIA_EXTERIOR_FACTOR_P_TOTAL'),
Desbalance_amp_tension: global.get('INGENIERIA_EXTERIOR_DESBALANCE_V'),
Desbalance_amp_corriente: global.get('INGENIERIA_EXTERIOR_DESBALANCE_I')
},
{
id: 7, //INGENIERIA_AUDITORIO
timestamp: timestamp,
Voltaje_11_N: global.get('INGENIERIA_AUDITORIO_VL1'),
Voltaje_12_N: global.get('INGENIERIA_AUDITORIO_VL2'),
Voltaje_13_N: global.get('INGENIERIA_AUDITORIO_VL3'),
Voltaje_11_12: global.get('INGENIERIA_AUDITORIO_VL1L2'),
Voltaje_12_13: global.get('INGENIERIA_AUDITORIO_VL2L3'),
Voltaje_13_11: global.get('INGENIERIA_AUDITORIO_VL3L1'),
Corriente_11: global.get('INGENIERIA_AUDITORIO_I1 '),
Corriente_12: global.get('INGENIERIA_AUDITORIO_I2'),
Corriente_13: global.get('INGENIERIA_AUDITORIO_I3'),
Potencia_aparente_11: global.get('INGENIERIA_AUDITORIO_P_APARENTE_L1'),
Potencia_aparente_12: global.get('INGENIERIA_AUDITORIO_P_APARENTE_L2'),
Potencia_aparente_13: global.get('INGENIERIA_AUDITORIO_P_APARENTE_L3'),
Potencia_activa_11: global.get('INGENIERIA_AUDITORIO_P_ACTIVADA_L1'),
Potencia_activa_12: global.get('INGENIERIA_AUDITORIO_P_ACTIVADA_L2'),
Potencia_activa_13: global.get('INGENIERIA_AUDITORIO_P_ACTIVADA_L3'),

```

```

Potencia_reactiva_l1: global.get('INGENIERIA_AUDITORIO_P_REACTIVA_L1'),
Potencia_reactiva_l2: global.get('INGENIERIA_AUDITORIO_P_REACTIVA_L2'),
Potencia_reactiva_l3: global.get('INGENIERIA_AUDITORIO_P_REACTIVA_L3'),
Factor_potencia_l1: global.get('INGENIERIA_AUDITORIO_FACTOR_P_L1'),
Factor_potencia_l2: global.get('INGENIERIA_AUDITORIO_FACTOR_P_L2'),
Factor_potencia_l3: global.get('INGENIERIA_AUDITORIO_FACTOR_P_L3'),
THDR_voltaje_l1: global.get('INGENIERIA_AUDITORIO_THDRV_L1'),
THDR_voltaje_l2: global.get('INGENIERIA_AUDITORIO_THDRV_L2'),
THDR_voltaje_l3: global.get('INGENIERIA_AUDITORIO_THDRV_L3'),
THDR_corriente_l1: global.get('INGENIERIA_AUDITORIO_THDRI_L1'),
THDR_corriente_l2: global.get('INGENIERIA_AUDITORIO_THDRI_L2'),
THDR_corriente_l3: global.get('INGENIERIA_AUDITORIO_THDRI_L3'),
Frecuencia: global.get('INGENIERIA_AUDITORIO_FRECUENCIA'),
Voltaje_media_vln: global.get('INGENIERIA_AUDITORIO_VLN_MEDIA'),
Voltaje_media_vll: global.get('INGENIERIA_AUDITORIO_VLL_MEDIA'),
Corriente_media: global.get('INGENIERIA_AUDITORIO_I_MEDIA'),
Potencia_aparente: global.get('INGENIERIA_AUDITORIO_P_APARENTE_TOTAL'),
Potencia_activa: global.get('INGENIERIA_AUDITORIO_P_ACTIVIA_TOTAL'),
Potencia_reactiva: global.get('INGENIERIA_AUDITORIO_P_REACTIVA_TOTAL'),
Factor_potencia: global.get('INGENIERIA_AUDITORIO_FACTOR_P_TOTAL'),
Desbalance_amp_tension: global.get('INGENIERIA_AUDITORIO_DESBALANCE_V'),
Desbalance_amp_corriente: global.get('INGENIERIA_AUDITORIO_DESBALANCE_I')
},
{
id: 8, //INGENIERIA_LABORATORIO
timestamp: timestamp,
Voltaje_l1_N: global.get('INGENIERIA_LABORATORIO_VL1'),
Voltaje_l2_N: global.get('INGENIERIA_LABORATORIO_VL2'),
Voltaje_l3_N: global.get('INGENIERIA_LABORATORIO_VL3'),
Voltaje_l1_l2: global.get('INGENIERIA_LABORATORIO_VL1L2'),
Voltaje_l2_l3: global.get('INGENIERIA_LABORATORIO_VL2L3'),
Voltaje_l3_l1: global.get('INGENIERIA_LABORATORIO_VL3L1'),
Corriente_l1: global.get('INGENIERIA_LABORATORIO_I1'),
Corriente_l2: global.get('INGENIERIA_LABORATORIO_I2'),
Corriente_l3: global.get('INGENIERIA_LABORATORIO_I3'),
Potencia_aparente_l1: global.get('INGENIERIA_LABORATORIO_P_APARENTE_L1'),
Potencia_aparente_l2: global.get('INGENIERIA_LABORATORIO_P_APARENTE_L2'),
Potencia_aparente_l3: global.get('INGENIERIA_LABORATORIO_P_APARENTE_L3'),
Potencia_activa_l1: global.get('INGENIERIA_LABORATORIO_P_ACTIVIA_L1'),
Potencia_activa_l2: global.get('INGENIERIA_LABORATORIO_P_ACTIVIA_L2'),
Potencia_activa_l3: global.get('INGENIERIA_LABORATORIO_P_ACTIVIA_L3'),
Potencia_reactiva_l1: global.get('INGENIERIA_LABORATORIO_P_REACTIVA_L1'),
Potencia_reactiva_l2: global.get('INGENIERIA_LABORATORIO_P_REACTIVA_L2'),
Potencia_reactiva_l3: global.get('INGENIERIA_LABORATORIO_P_REACTIVA_L3'),
Factor_potencia_l1: global.get('INGENIERIA_LABORATORIO_FACTOR_P_L1'),
Factor_potencia_l2: global.get('INGENIERIA_LABORATORIO_FACTOR_P_L2'),
Factor_potencia_l3: global.get('INGENIERIA_LABORATORIO_FACTOR_P_L3'),
THDR_voltaje_l1: global.get('INGENIERIA_LABORATORIO_THDRV_L1'),
THDR_voltaje_l2: global.get('INGENIERIA_LABORATORIO_THDRV_L2'),
THDR_voltaje_l3: global.get('INGENIERIA_LABORATORIO_THDRV_L3'),
THDR_corriente_l1: global.get('INGENIERIA_LABORATORIO_THDRI_L1'),
THDR_corriente_l2: global.get('INGENIERIA_LABORATORIO_THDRI_L2'),
THDR_corriente_l3: global.get('INGENIERIA_LABORATORIO_THDRI_L3'),
Frecuencia: global.get('INGENIERIA_LABORATORIO_FRECUENCIA'),
Voltaje_media_vln: global.get('INGENIERIA_LABORATORIO_VLN_MEDIA'),
Voltaje_media_vll: global.get('INGENIERIA_LABORATORIO_VLL_MEDIA'),
Corriente_media: global.get('INGENIERIA_LABORATORIO_I_MEDIA'),
Potencia_aparente: global.get('INGENIERIA_LABORATORIO_P_APARENTE_TOTAL'),
Potencia_activa: global.get('INGENIERIA_LABORATORIO_P_ACTIVIA_TOTAL'),
Potencia_reactiva: global.get('INGENIERIA_LABORATORIO_P_REACTIVA_TOTAL'),
Factor_potencia: global.get('INGENIERIA_LABORATORIO_FACTOR_P_TOTAL'),
Desbalance_amp_tension: global.get('INGENIERIA_LABORATORIO_DESBALANCE_V'),
Desbalance_amp_corriente: global.get('INGENIERIA_LABORATORIO_DESBALANCE_I')
},
{
id: 9, //INGENIERIA_INDUSTRIAL
timestamp: timestamp,

```

```

Voltaje_11_N: global.get('INGENIERIA_INDUSTRIAL_VL1'),
Voltaje_12_N: global.get('INGENIERIA_INDUSTRIAL_VL2'),
Voltaje_13_N: global.get('INGENIERIA_INDUSTRIAL_VL3'),
Voltaje_11_12: global.get('INGENIERIA_INDUSTRIAL_VL1L2'),
Voltaje_12_13: global.get('INGENIERIA_INDUSTRIAL_VL2L3'),
Voltaje_13_11: global.get('INGENIERIA_INDUSTRIAL_VL3L1'),
Corriente_11: global.get('INGENIERIA_INDUSTRIAL_I1 '),
Corriente_12: global.get('INGENIERIA_INDUSTRIAL_I2'),
Corriente_13: global.get('INGENIERIA_INDUSTRIAL_I3'),
Potencia_aparente_11: global.get('INGENIERIA_INDUSTRIAL_P_APARENTE_L1'),
Potencia_aparente_12: global.get('INGENIERIA_INDUSTRIAL_P_APARENTE_L2'),
Potencia_aparente_13: global.get('INGENIERIA_INDUSTRIAL_P_APARENTE_L3'),
Potencia_activa_11: global.get('INGENIERIA_INDUSTRIAL_P_ACTIVIA_L1'),
Potencia_activa_12: global.get('INGENIERIA_INDUSTRIAL_P_ACTIVIA_L2'),
Potencia_activa_13: global.get('INGENIERIA_INDUSTRIAL_P_ACTIVIA_L3'),
Potencia_reactiva_11: global.get('INGENIERIA_INDUSTRIAL_P_REACTIVA_L1'),
Potencia_reactiva_12: global.get('INGENIERIA_INDUSTRIAL_P_REACTIVA_L2'),
Potencia_reactiva_13: global.get('INGENIERIA_INDUSTRIAL_P_REACTIVA_L3'),
Factor_potencia_11: global.get('INGENIERIA_INDUSTRIAL_FACTOR_P_L1'),
Factor_potencia_12: global.get('INGENIERIA_INDUSTRIAL_FACTOR_P_L2'),
Factor_potencia_13: global.get('INGENIERIA_INDUSTRIAL_FACTOR_P_L3'),
THDR_voltaje_11: global.get('INGENIERIA_INDUSTRIAL_THDRV_L1'),
THDR_voltaje_12: global.get('INGENIERIA_INDUSTRIAL_THDRV_L2'),
THDR_voltaje_13: global.get('INGENIERIA_INDUSTRIAL_THDRV_L3'),
THDR_corriente_11: global.get('INGENIERIA_INDUSTRIAL_THDRI_L1'),
THDR_corriente_12: global.get('INGENIERIA_INDUSTRIAL_THDRI_L2'),
THDR_corriente_13: global.get('INGENIERIA_INDUSTRIAL_THDRI_L3'),
Frecuencia: global.get('INGENIERIA_INDUSTRIAL_FRECUENCIA'),
Voltaje_media_vln: global.get('INGENIERIA_INDUSTRIAL_VLN_MEDIA'),
Voltaje_media_vll: global.get('INGENIERIA_INDUSTRIAL_VLL_MEDIA'),
Corriente_media: global.get('INGENIERIA_INDUSTRIAL_I_MEDIA'),
Potencia_aparente: global.get('INGENIERIA_INDUSTRIAL_P_APARENTE_TOTAL'),
Potencia_activa: global.get('INGENIERIA_INDUSTRIAL_P_ACTIVIA_TOTAL'),
Potencia_reactiva: global.get('INGENIERIA_INDUSTRIAL_P_REACTIVA_TOTAL'),
Factor_potencia: global.get('INGENIERIA_INDUSTRIAL_FACTOR_P_TOTAL'),
Desbalance_amp_tension: global.get('INGENIERIA_INDUSTRIAL_DESBALANCE_V'),
Desbalance_amp_corriente: global.get('INGENIERIA_INDUSTRIAL_DESBALANCE_I')
},
{
id: 10, //CIENCIAS_EDUCACION
timestamp: timestamp,
Voltaje_11_N: global.get('CIENCIAS_EDUCACION_VL1'),
Voltaje_12_N: global.get('CIENCIAS_EDUCACION_VL2'),
Voltaje_13_N: global.get('CIENCIAS_EDUCACION_VL3'),
Voltaje_11_12: global.get('CIENCIAS_EDUCACION_VL1L2'),
Voltaje_12_13: global.get('CIENCIAS_EDUCACION_VL2L3'),
Voltaje_13_11: global.get('CIENCIAS_EDUCACION_VL3L1'),
Corriente_11: global.get('CIENCIAS_EDUCACION_I1 '),
Corriente_12: global.get('CIENCIAS_EDUCACION_I2'),
Corriente_13: global.get('CIENCIAS_EDUCACION_I3'),
Potencia_aparente_11: global.get('CIENCIAS_EDUCACION_P_APARENTE_L1'),
Potencia_aparente_12: global.get('CIENCIAS_EDUCACION_P_APARENTE_L2'),
Potencia_aparente_13: global.get('CIENCIAS_EDUCACION_P_APARENTE_L3'),
Potencia_activa_11: global.get('CIENCIAS_EDUCACION_P_ACTIVIA_L1'),
Potencia_activa_12: global.get('CIENCIAS_EDUCACION_P_ACTIVIA_L2'),
Potencia_activa_13: global.get('CIENCIAS_EDUCACION_P_ACTIVIA_L3'),
Potencia_reactiva_11: global.get('CIENCIAS_EDUCACION_P_REACTIVA_L1'),
Potencia_reactiva_12: global.get('CIENCIAS_EDUCACION_P_REACTIVA_L2'),
Potencia_reactiva_13: global.get('CIENCIAS_EDUCACION_P_REACTIVA_L3'),
Factor_potencia_11: global.get('CIENCIAS_EDUCACION_FACTOR_P_L1'),
Factor_potencia_12: global.get('CIENCIAS_EDUCACION_FACTOR_P_L2'),
Factor_potencia_13: global.get('CIENCIAS_EDUCACION_FACTOR_P_L3'),
THDR_voltaje_11: global.get('CIENCIAS_EDUCACION_THDRV_L1'),
THDR_voltaje_12: global.get('CIENCIAS_EDUCACION_THDRV_L2'),
THDR_voltaje_13: global.get('CIENCIAS_EDUCACION_THDRV_L3'),
THDR_corriente_11: global.get('CIENCIAS_EDUCACION_THDRI_L1'),

```

```

THDR_corriente_l2: global.get('CIENCIAS_EDUCACION_THDRI_L2'),
THDR_corriente_l3: global.get('CIENCIAS_EDUCACION_THDRI_L3'),
Frecuencia: global.get('CIENCIAS_EDUCACION_FRECUENCIA'),
Voltaje_media_vln: global.get('CIENCIAS_EDUCACION_VLN_MEDIA'),
Voltaje_media_vll: global.get('CIENCIAS_EDUCACION_VLL_MEDIA'),
Corriente_media: global.get('CIENCIAS_EDUCACION_I_MEDIA'),
Potencia_aparente: global.get('CIENCIAS_EDUCACION_P_APARENTE_TOTAL'),
Potencia_activa: global.get('CIENCIAS_EDUCACION_P_ACTIVIA_TOTAL'),
Potencia_reactiva: global.get('CIENCIAS_EDUCACION_P_REACTIVA_TOTAL'),
Factor_potencia: global.get('CIENCIAS_EDUCACION_FACTOR_P_TOTAL'),
Desbalance_amp_tension: global.get('CIENCIAS_EDUCACION_DESBALANCE_V'),
Desbalance_amp_corriente: global.get('CIENCIAS_EDUCACION_DESBALANCE_I')
},
{
  id: 11, //COMUNICACION
  timestamp: timestamp,
  Voltaje_l1_N: global.get('COMUNICACION_VL1'),
  Voltaje_l2_N: global.get('COMUNICACION_VL2'),
  Voltaje_l3_N: global.get('COMUNICACION_VL3'),
  Voltaje_l1_l2: global.get('COMUNICACION_VL1L2'),
  Voltaje_l2_l3: global.get('COMUNICACION_VL2L3'),
  Voltaje_l3_l1: global.get('COMUNICACION_VL3L1'),
  Corriente_l1: global.get('COMUNICACION_I1 '),
  Corriente_l2: global.get('COMUNICACION_I2'),
  Corriente_l3: global.get('COMUNICACION_I3'),
  Potencia_aparente_l1: global.get('COMUNICACION_P_APARENTE_L1'),
  Potencia_aparente_l2: global.get('COMUNICACION_P_APARENTE_L2'),
  Potencia_aparente_l3: global.get('COMUNICACION_P_APARENTE_L3'),
  Potencia_activa_l1: global.get('COMUNICACION_P_ACTIVIA_L1'),
  Potencia_activa_l2: global.get('COMUNICACION_P_ACTIVIA_L2'),
  Potencia_activa_l3: global.get('COMUNICACION_P_ACTIVIA_L3'),
  Potencia_reactiva_l1: global.get('COMUNICACION_P_REACTIVA_L1'),
  Potencia_reactiva_l2: global.get('COMUNICACION_P_REACTIVA_L2'),
  Potencia_reactiva_l3: global.get('COMUNICACION_P_REACTIVA_L3'),
  Factor_potencia_l1: global.get('COMUNICACION_FACTOR_P_L1'),
  Factor_potencia_l2: global.get('COMUNICACION_FACTOR_P_L2'),
  Factor_potencia_l3: global.get('COMUNICACION_FACTOR_P_L3'),
  THDR_voltaje_l1: global.get('COMUNICACION_THDRV_L1'),
  THDR_voltaje_l2: global.get('COMUNICACION_THDRV_L2'),
  THDR_voltaje_l3: global.get('COMUNICACION_THDRV_L3'),
  THDR_corriente_l1: global.get('COMUNICACION_THDRI_L1'),
  THDR_corriente_l2: global.get('COMUNICACION_THDRI_L2'),
  THDR_corriente_l3: global.get('COMUNICACION_THDRI_L3'),
  Frecuencia: global.get('COMUNICACION_FRECUENCIA'),
  Voltaje_media_vln: global.get('COMUNICACION_VLN_MEDIA'),
  Voltaje_media_vll: global.get('COMUNICACION_VLL_MEDIA'),
  Corriente_media: global.get('COMUNICACION_I_MEDIA'),
  Potencia_aparente: global.get('COMUNICACION_P_APARENTE_TOTAL'),
  Potencia_activa: global.get('COMUNICACION_P_ACTIVIA_TOTAL'),
  Potencia_reactiva: global.get('COMUNICACION_P_REACTIVA_TOTAL'),
  Factor_potencia: global.get('COMUNICACION_FACTOR_P_TOTAL'),
  Desbalance_amp_tension: global.get('COMUNICACION_DESBALANCE_V'),
  Desbalance_amp_corriente: global.get('COMUNICACION_DESBALANCE_I')
},
{
  id: 12, //ARQUITECTURA
  timestamp: timestamp,
  Voltaje_l1_N: global.get('ARQUITECTURA_VL1'),
  Voltaje_l2_N: global.get('ARQUITECTURA_VL2'),
  Voltaje_l3_N: global.get('ARQUITECTURA_VL3'),
  Voltaje_l1_l2: global.get('ARQUITECTURA_VL1L2'),
  Voltaje_l2_l3: global.get('ARQUITECTURA_VL2L3'),
  Voltaje_l3_l1: global.get('ARQUITECTURA_VL3L1'),
  Corriente_l1: global.get('ARQUITECTURA_I1 '),
  Corriente_l2: global.get('ARQUITECTURA_I2'),
  Corriente_l3: global.get('ARQUITECTURA_I3'),

```

```

Potencia_aparente_11: global.get('ARQUITECTURA_P_APARENTE_L1'),
Potencia_aparente_12: global.get('ARQUITECTURA_P_APARENTE_L2'),
Potencia_aparente_13: global.get('ARQUITECTURA_P_APARENTE_L3'),
Potencia_activa_11: global.get('ARQUITECTURA_P_ACTIVIA_L1'),
Potencia_activa_12: global.get('ARQUITECTURA_P_ACTIVIA_L2'),
Potencia_activa_13: global.get('ARQUITECTURA_P_ACTIVIA_L3'),
Potencia_reactiva_11: global.get('ARQUITECTURA_P_REACTIVA_L1'),
Potencia_reactiva_12: global.get('ARQUITECTURA_P_REACTIVA_L2'),
Potencia_reactiva_13: global.get('ARQUITECTURA_P_REACTIVA_L3'),
Factor_potencia_11: global.get('ARQUITECTURA_FACTOR_P_L1'),
Factor_potencia_12: global.get('ARQUITECTURA_FACTOR_P_L2'),
Factor_potencia_13: global.get('ARQUITECTURA_FACTOR_P_L3'),
THDR_voltaje_11: global.get('ARQUITECTURA_THDRV_L1'),
THDR_voltaje_12: global.get('ARQUITECTURA_THDRV_L2'),
THDR_voltaje_13: global.get('ARQUITECTURA_THDRV_L3'),
THDR_corriente_11: global.get('ARQUITECTURA_THDRI_L1'),
THDR_corriente_12: global.get('ARQUITECTURA_THDRI_L2'),
THDR_corriente_13: global.get('ARQUITECTURA_THDRI_L3'),
Frecuencia: global.get('ARQUITECTURA_FRECUENCIA'),
Voltaje_media_vln: global.get('ARQUITECTURA_VLN_MEDIA'),
Voltaje_media_vll: global.get('ARQUITECTURA_VLL_MEDIA'),
Corriente_media: global.get('ARQUITECTURA_I_MEDIA'),
Potencia_aparente: global.get('ARQUITECTURA_P_APARENTE_TOTAL'),
Potencia_activa: global.get('ARQUITECTURA_P_ACTIVIA_TOTAL'),
Potencia_reactiva: global.get('ARQUITECTURA_P_REACTIVA_TOTAL'),
Factor_potencia: global.get('ARQUITECTURA_FACTOR_P_TOTAL'),
Desbalance_amp_tension: global.get('ARQUITECTURA_DESBALANCE_V'),
Desbalance_amp_corriente: global.get('ARQUITECTURA_DESBALANCE_I')
},
{
id: 13, // ODONTOLOGIA
timestamp: timestamp,
Voltaje_11_N: global.get('ODONTOLOGIA_VL1'),
Voltaje_12_N: global.get('ODONTOLOGIA_VL2'),
Voltaje_13_N: global.get('ODONTOLOGIA_VL3'),
Voltaje_11_12: global.get('ODONTOLOGIA_VL1L2'),
Voltaje_12_13: global.get('ODONTOLOGIA_VL2L3'),
Voltaje_13_11: global.get('ODONTOLOGIA_VL3L1'),
Corriente_11: global.get('ODONTOLOGIA_I1'),
Corriente_12: global.get('ODONTOLOGIA_I2'),
Corriente_13: global.get('ODONTOLOGIA_I3'),
Potencia_aparente_11: global.get('ODONTOLOGIA_P_APARENTE_L1'),
Potencia_aparente_12: global.get('ODONTOLOGIA_P_APARENTE_L2'),
Potencia_aparente_13: global.get('ODONTOLOGIA_P_APARENTE_L3'),
Potencia_activa_11: global.get('ODONTOLOGIA_P_ACTIVIA_L1'),
Potencia_activa_12: global.get('ODONTOLOGIA_P_ACTIVIA_L2'),
Potencia_activa_13: global.get('ODONTOLOGIA_P_ACTIVIA_L3'),
Potencia_reactiva_11: global.get('ODONTOLOGIA_P_REACTIVA_L1'),
Potencia_reactiva_12: global.get('ODONTOLOGIA_P_REACTIVA_L2'),
Potencia_reactiva_13: global.get('ODONTOLOGIA_P_REACTIVA_L3'),
Factor_potencia_11: global.get('ODONTOLOGIA_FACTOR_P_L1'),
Factor_potencia_12: global.get('ODONTOLOGIA_FACTOR_P_L2'),
Factor_potencia_13: global.get('ODONTOLOGIA_FACTOR_P_L3'),
THDR_voltaje_11: global.get('ODONTOLOGIA_THDRV_L1'),
THDR_voltaje_12: global.get('ODONTOLOGIA_THDRV_L2'),
THDR_voltaje_13: global.get('ODONTOLOGIA_THDRV_L3'),
THDR_corriente_11: global.get('ODONTOLOGIA_THDRI_L1'),
THDR_corriente_12: global.get('ODONTOLOGIA_THDRI_L2'),
THDR_corriente_13: global.get('ODONTOLOGIA_THDRI_L3'),
Frecuencia: global.get('ODONTOLOGIA_FRECUENCIA'),
Voltaje_media_vln: global.get('ODONTOLOGIA_VLN_MEDIA'),
Voltaje_media_vll: global.get('ODONTOLOGIA_VLL_MEDIA'),
Corriente_media: global.get('ODONTOLOGIA_I_MEDIA'),
Potencia_aparente: global.get('ODONTOLOGIA_P_APARENTE_TOTAL'),
Potencia_activa: global.get('ODONTOLOGIA_P_ACTIVIA_TOTAL'),
Potencia_reactiva: global.get('ODONTOLOGIA_P_REACTIVA_TOTAL'),
Factor_potencia: global.get('ODONTOLOGIA_FACTOR_P_TOTAL'),

```

```

Desbalance_amp_tension: global.get('ODONTOLOGIA_DESBALANCE_V'),
Desbalance_amp_corriente: global.get('ODONTOLOGIA_DESBALANCE_I')
},
{
  id: 14, //AGROPECUARIA
  timestamp: timestamp,
  Voltaje_11_N: global.get('AGROPECUARIA_VL1'),
  Voltaje_12_N: global.get('AGROPECUARIA_VL2'),
  Voltaje_13_N: global.get('AGROPECUARIA_VL3'),
  Voltaje_11_L2: global.get('AGROPECUARIA_VL1L2'),
  Voltaje_12_L3: global.get('AGROPECUARIA_VL2L3'),
  Voltaje_13_L1: global.get('AGROPECUARIA_VL3L1'),
  Corriente_11: global.get('AGROPECUARIA_I1 '),
  Corriente_12: global.get('AGROPECUARIA_I2'),
  Corriente_13: global.get('AGROPECUARIA_I3'),
  Potencia_aparente_11: global.get('AGROPECUARIA_P_APARENTE_L1'),
  Potencia_aparente_12: global.get('AGROPECUARIA_P_APARENTE_L2'),
  Potencia_aparente_13: global.get('AGROPECUARIA_P_APARENTE_L3'),
  Potencia_activa_11: global.get('AGROPECUARIA_P_ACTIVIA_L1'),
  Potencia_activa_12: global.get('AGROPECUARIA_P_ACTIVIA_L2'),
  Potencia_activa_13: global.get('AGROPECUARIA_P_ACTIVIA_L3'),
  Potencia_reactiva_11: global.get('AGROPECUARIA_P_REACTIVA_L1'),
  Potencia_reactiva_12: global.get('AGROPECUARIA_P_REACTIVA_L2'),
  Potencia_reactiva_13: global.get('AGROPECUARIA_P_REACTIVA_L3'),
  Factor_potencia_11: global.get('AGROPECUARIA_FACTOR_P_L1'),
  Factor_potencia_12: global.get('AGROPECUARIA_FACTOR_P_L2'),
  Factor_potencia_13: global.get('AGROPECUARIA_FACTOR_P_L3'),
  THDR_voltaje_11: global.get('AGROPECUARIA_THDRV_L1'),
  THDR_voltaje_12: global.get('AGROPECUARIA_THDRV_L2'),
  THDR_voltaje_13: global.get('AGROPECUARIA_THDRV_L3'),
  THDR_corriente_11: global.get('AGROPECUARIA_THDRI_L1'),
  THDR_corriente_12: global.get('AGROPECUARIA_THDRI_L2'),
  THDR_corriente_13: global.get('AGROPECUARIA_THDRI_L3'),
  Frecuencia: global.get('AGROPECUARIA_FRECUENCIA'),
  Voltaje_media_vln: global.get('AGROPECUARIA_VLN_MEDIA'),
  Voltaje_media_vll: global.get('AGROPECUARIA_VLL_MEDIA'),
  Corriente_media: global.get('AGROPECUARIA_I_MEDIA'),
  Potencia_aparente: global.get('AGROPECUARIA_P_APARENTE_TOTAL'),
  Potencia_activa: global.get('AGROPECUARIA_P_ACTIVIA_TOTAL'),
  Potencia_reactiva: global.get('AGROPECUARIA_P_REACTIVA_TOTAL'),
  Factor_potencia: global.get('AGROPECUARIA_FACTOR_P_TOTAL'),
  Desbalance_amp_tension: global.get('AGROPECUARIA_DESBALANCE_V'),
  Desbalance_amp_corriente: global.get('AGROPECUARIA_DESBALANCE_I')
}
];

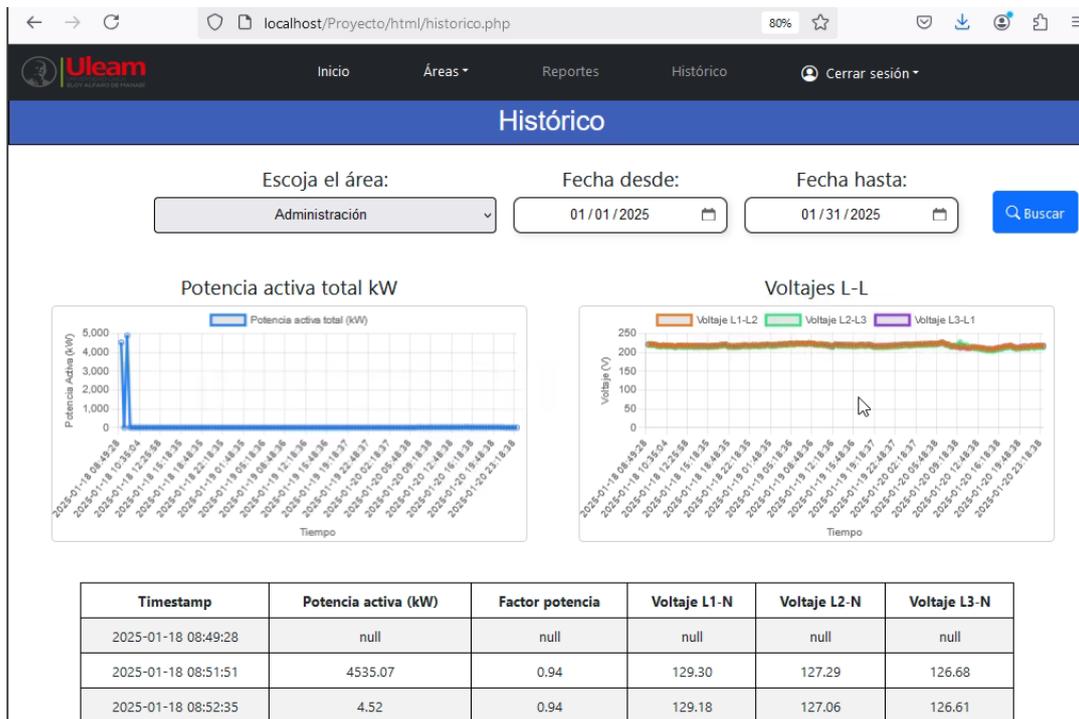
// Establecer el Content-Type
msg.headers = {
  "Content-Type": "application/json"
};

return msg;

```

Anexo 3. Reportes Históricos

- Facultad de Administración



Timestamp	Potencia activa (kW)	Factor potencia	Voltaje L1-N	Voltaje L2-N	Voltaje L3-N
2025-01-18 19:48:35	6.00	0.94	126.86	123.86	123.17
2025-01-18 20:18:35	5.74	0.94	127.32	124.17	123.53
2025-01-18 20:48:35	5.97	0.94	127.69	124.65	124.22
2025-01-18 21:18:35	5.83	0.94	128.22	125.19	124.87
2025-01-18 21:48:35	5.88	0.95	128.26	124.87	124.57
2025-01-18 22:18:35	5.91	0.94	127.82	124.20	124.06
2025-01-18 22:48:35	5.93	0.94	128.45	124.99	124.78
2025-01-18 23:18:35	6.23	0.95	128.55	125.10	124.71
2025-01-18 23:48:35	5.92	0.94	128.09	124.74	124.53
2025-01-19 00:18:35	5.67	0.94	128.67	125.37	124.92
2025-01-19 00:48:35	6.39	0.95	128.71	125.10	124.84
2025-01-19 01:18:35	5.91	0.94	129.68	126.36	125.87
2025-01-19 01:48:35	5.79	0.94	128.47	125.07	124.80
2025-01-19 02:18:35	5.82	0.94	128.66	125.61	125.02
2025-01-19 02:48:36	5.94	0.94	128.76	125.88	125.05
2025-01-19 03:18:36	5.77	0.94	129.60	126.81	126.27
2025-01-19 03:48:36	6.28	0.95	129.59	126.98	126.26
2025-01-19 04:18:36	3.89	0.86	129.75	127.19	126.83

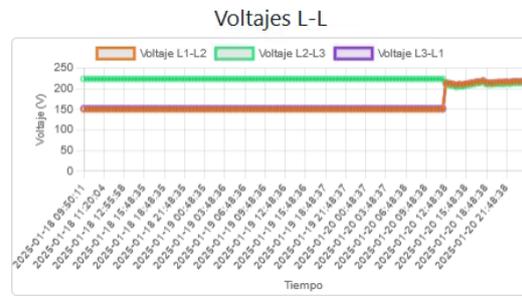
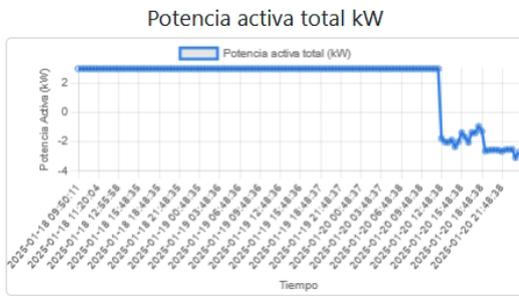
• Facultad de Mecánica Naval

localhost/Proyecto/html/historico.php 80%

Inicio Áreas ▾ Reportes Histórico Cerrar sesión ▾

Histórico

Escoja el área: Mecánica naval ▾ Fecha desde: 01/01/2025 📅 Fecha hasta: 01/31/2025 📅 🔍 Buscar



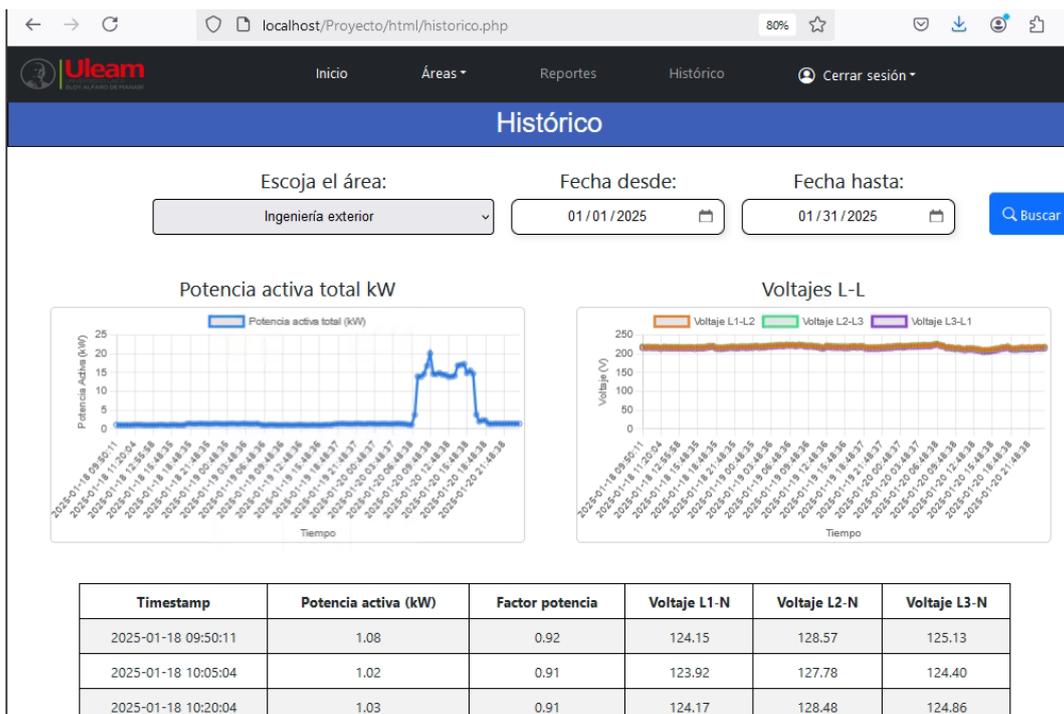
Timestamp	Potencia activa (kW)	Factor potencia	Voltaje L1-N	Voltaje L2-N	Voltaje L3-N
2025-01-18 09:50:11	2.97	0.61	36.92	128.00	130.57
2025-01-18 10:05:04	2.97	0.61	36.92	128.00	130.57
2025-01-18 10:20:04	2.97	0.61	36.92	128.00	130.57

localhost/Proyecto/html/historico.php 80%

Inicio Áreas ▾ Reportes Histórico Cerrar sesión ▾

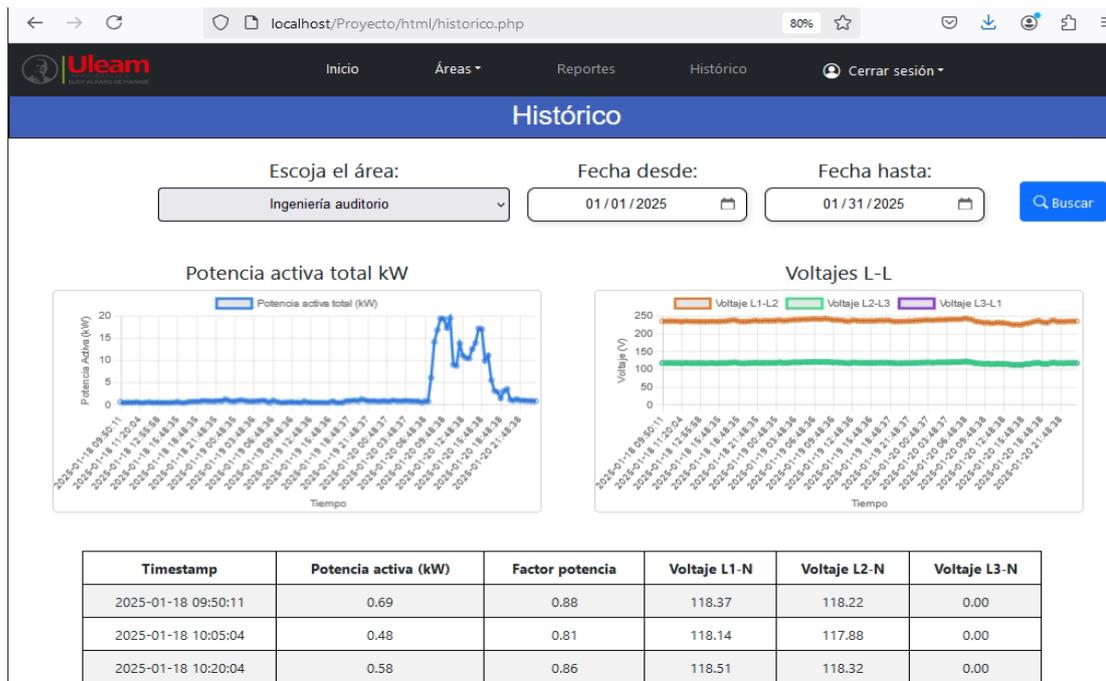
2025-01-18 22:18:35	2.97	0.61	36.92	128.00	130.57
2025-01-18 22:48:35	2.97	0.61	36.92	128.00	130.57
2025-01-18 23:18:35	2.97	0.61	36.92	128.00	130.57
2025-01-18 23:48:35	2.97	0.61	36.92	128.00	130.57
2025-01-19 00:18:35	2.97	0.61	36.92	128.00	130.57
2025-01-19 00:48:35	2.97	0.61	36.92	128.00	130.57
2025-01-19 01:18:35	2.97	0.61	36.92	128.00	130.57
2025-01-19 01:48:35	2.97	0.61	36.92	128.00	130.57
2025-01-19 02:18:36	2.97	0.61	36.92	128.00	130.57
2025-01-19 02:48:36	2.97	0.61	36.92	128.00	130.57
2025-01-19 03:18:36	2.97	0.61	36.92	128.00	130.57
2025-01-19 03:48:36	2.97	0.61	36.92	128.00	130.57
2025-01-19 04:18:36	2.97	0.61	36.92	128.00	130.57
2025-01-19 04:48:36	2.97	0.61	36.92	128.00	130.57
2025-01-19 05:18:36	2.97	0.61	36.92	128.00	130.57
2025-01-19 05:48:36	2.97	0.61	36.92	128.00	130.57
2025-01-19 06:18:36	2.97	0.61	36.92	128.00	130.57
2025-01-19 06:48:36	2.97	0.61	36.92	128.00	130.57

• Facultad de Ingeniería parte exterior



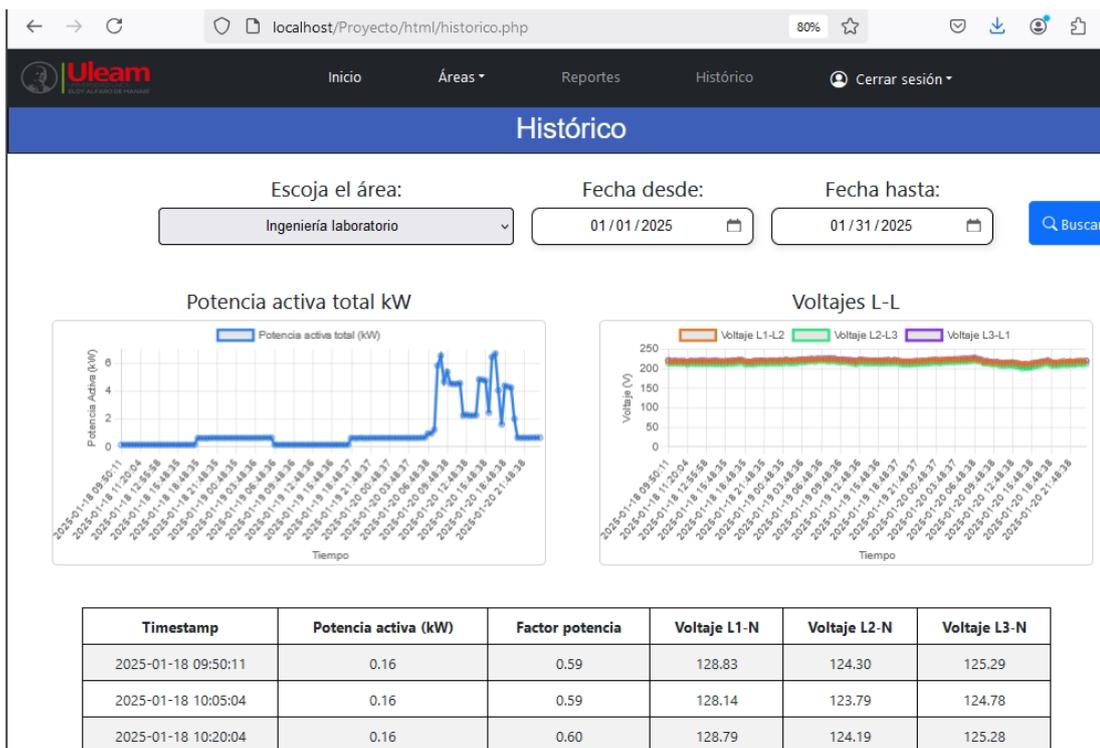
Timestamp	Potencia activa (kW)	Factor potencia	Voltaje L1-N	Voltaje L2-N	Voltaje L3-N
2025-01-18 19:48:35	1.32	0.94	122.68	127.62	123.59
2025-01-18 20:18:35	1.38	0.95	123.05	128.02	123.89
2025-01-18 20:48:35	1.38	0.95	123.74	128.42	124.34
2025-01-18 21:18:35	1.33	0.94	124.43	129.01	124.78
2025-01-18 21:48:35	1.32	0.94	124.08	129.02	124.54
2025-01-18 22:18:35	1.32	0.94	123.60	128.58	123.91
2025-01-18 22:48:35	1.38	0.94	124.35	129.23	124.62
2025-01-18 23:18:35	1.38	0.95	124.23	129.34	124.81
2025-01-18 23:48:35	1.32	0.94	124.07	128.86	124.33
2025-01-19 00:18:35	1.33	0.94	124.43	129.36	125.07
2025-01-19 00:48:35	1.33	0.94	124.40	129.54	124.70
2025-01-19 01:18:35	1.39	0.95	125.42	130.36	126.03
2025-01-19 01:48:36	1.38	0.95	124.30	129.20	124.58
2025-01-19 02:18:35	1.33	0.94	124.58	129.35	125.25
2025-01-19 02:48:36	1.33	0.94	124.60	129.43	125.49
2025-01-19 03:18:36	1.40	0.95	125.86	130.25	126.42
2025-01-19 03:48:36	1.40	0.95	125.72	130.35	126.68
2025-01-19 04:18:36	1.34	0.94	126.21	130.38	126.79

• Facultad de Ingeniería auditorio



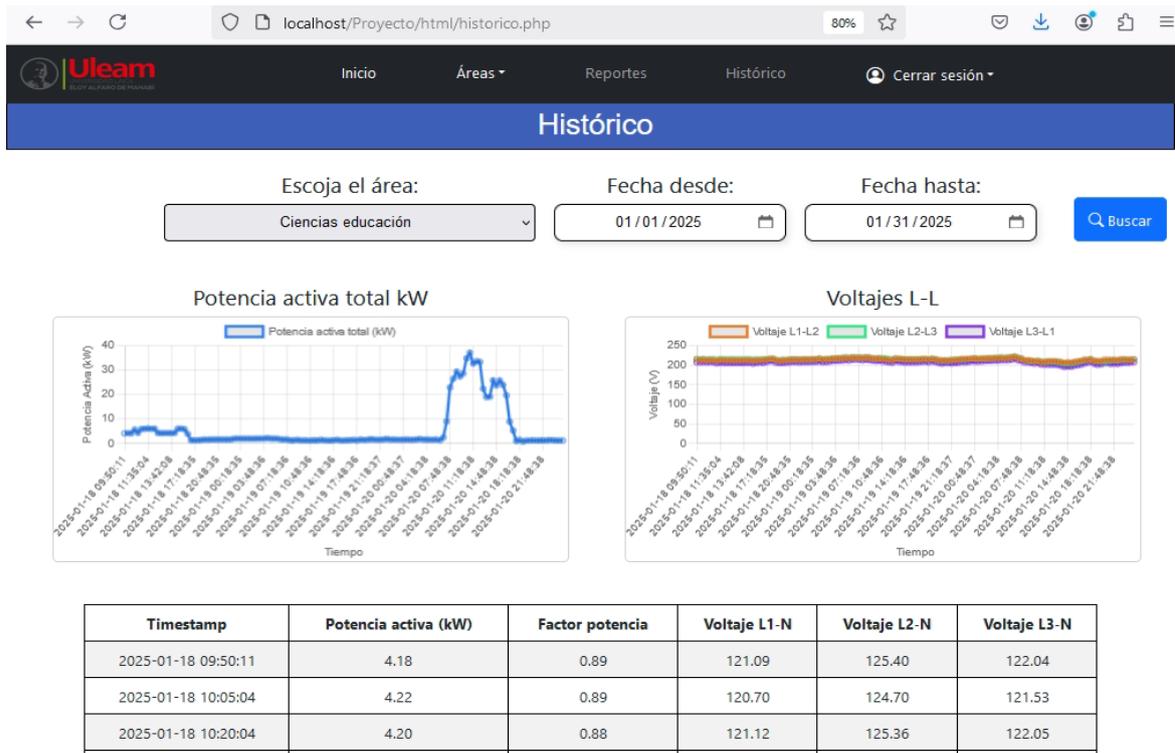
Timestamp	Potencia activa (kW)	Factor potencia	Voltaje L1-N	Voltaje L2-N	Voltaje L3-N
2025-01-18 19:48:35	0.98	0.92	117.56	117.55	0.00
2025-01-18 20:18:35	0.89	0.91	117.91	117.85	0.00
2025-01-18 20:48:35	0.89	0.91	118.37	118.32	0.00
2025-01-18 21:18:35	0.81	0.89	119.17	119.08	0.00
2025-01-18 21:48:35	0.89	0.92	118.69	118.68	0.00
2025-01-18 22:18:35	0.94	0.92	118.31	118.25	0.00
2025-01-18 22:48:35	0.90	0.91	118.95	118.92	0.00
2025-01-18 23:18:35	1.32	0.95	118.88	118.95	0.00
2025-01-18 23:48:35	0.97	0.92	118.63	118.60	0.00
2025-01-19 00:18:35	0.81	0.89	119.11	119.02	0.00
2025-01-19 00:48:35	0.80	0.89	119.01	118.91	0.00
2025-01-19 01:18:35	1.01	0.94	119.97	119.88	0.00
2025-01-19 01:48:35	1.11	0.92	118.66	118.70	0.00
2025-01-19 02:18:36	0.98	0.94	119.05	118.97	0.00
2025-01-19 02:48:36	0.81	0.89	119.13	119.06	0.00
2025-01-19 03:18:36	0.81	0.90	120.10	120.02	0.00
2025-01-19 03:48:36	0.81	0.89	120.06	120.02	0.00
2025-01-19 04:18:36	0.91	0.92	120.28	120.23	0.00

• Facultad de Ingeniería Laboratorio



Timestamp	Potencia activa (kW)	Factor potencia	Voltaje L1-N	Voltaje L2-N	Voltaje L3-N
2025-01-19 19:18:37	0.63	0.78	128.14	123.06	123.60
2025-01-19 19:48:37	0.63	0.78	128.09	122.94	123.06
2025-01-19 20:18:37	0.64	0.78	128.27	123.14	123.30
2025-01-19 20:48:37	0.63	0.78	128.34	123.07	123.28
2025-01-19 21:18:37	0.63	0.78	128.61	123.34	123.24
2025-01-19 21:48:37	0.64	0.78	129.04	123.76	123.90
2025-01-19 22:18:37	0.64	0.78	129.23	123.79	123.86
2025-01-19 22:48:37	0.64	0.78	129.65	124.53	124.31
2025-01-19 23:18:37	0.64	0.78	129.52	124.25	124.15
2025-01-19 23:48:37	0.65	0.78	130.01	125.05	125.02
2025-01-20 00:18:37	0.65	0.78	130.44	125.55	125.61
2025-01-20 00:48:37	0.65	0.78	130.75	125.81	125.96
2025-01-20 01:18:37	0.65	0.78	129.90	124.88	125.45
2025-01-20 01:48:37	0.65	0.78	130.33	125.57	126.19
2025-01-20 02:18:37	0.65	0.78	130.60	125.87	126.60
2025-01-20 02:48:37	0.65	0.78	130.78	126.11	127.06
2025-01-20 03:18:37	0.65	0.78	130.64	126.19	127.02
2025-01-20 03:48:37	0.65	0.78	131.03	126.31	127.38

• Facultad de Ciencias de la Educación



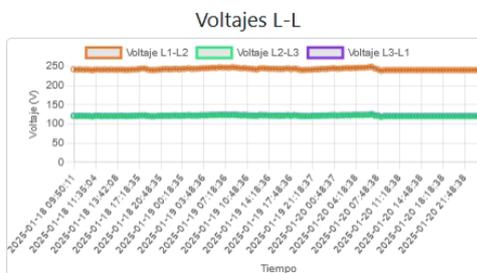
The screenshot shows a detailed table of historical data. The table has the following columns: Timestamp, Potencia activa (kW), Factor potencia, Voltaje L1-N, Voltaje L2-N, and Voltaje L3-N. The data points are as follows:

2025-01-19 14:48:36	1.54	0.86	121.22	126.31	121.85
2025-01-19 15:18:36	1.22	0.79	121.11	126.25	121.92
2025-01-19 15:48:36	1.22	0.80	121.12	126.00	121.69
2025-01-19 16:18:36	1.32	0.82	121.04	125.92	121.70
2025-01-19 16:48:36	1.27	0.82	121.62	126.30	122.16
2025-01-19 17:18:36	1.49	0.85	122.18	126.73	122.45
2025-01-19 17:48:36	1.22	0.79	121.32	125.68	121.73
2025-01-19 18:18:36	1.70	0.88	122.39	126.65	122.75
2025-01-19 18:48:37	1.38	0.82	121.68	126.04	121.87
2025-01-19 19:18:37	1.55	0.83	120.10	124.71	120.44
2025-01-19 19:48:37	1.82	0.88	120.05	124.65	119.95
2025-01-19 20:18:37	1.61	0.85	120.24	124.86	120.17
2025-01-19 20:48:37	1.55	0.83	120.18	124.82	120.17
2025-01-19 21:18:37	1.57	0.84	120.40	125.18	120.11
2025-01-19 21:48:37	1.61	0.86	120.85	125.65	120.72
2025-01-19 22:18:37	1.83	0.88	120.85	125.81	120.71
2025-01-19 22:48:37	1.56	0.83	121.56	126.24	121.18
2025-01-19 23:18:37	1.61	0.86	121.28	126.14	120.93

• Facultad de Comunicación



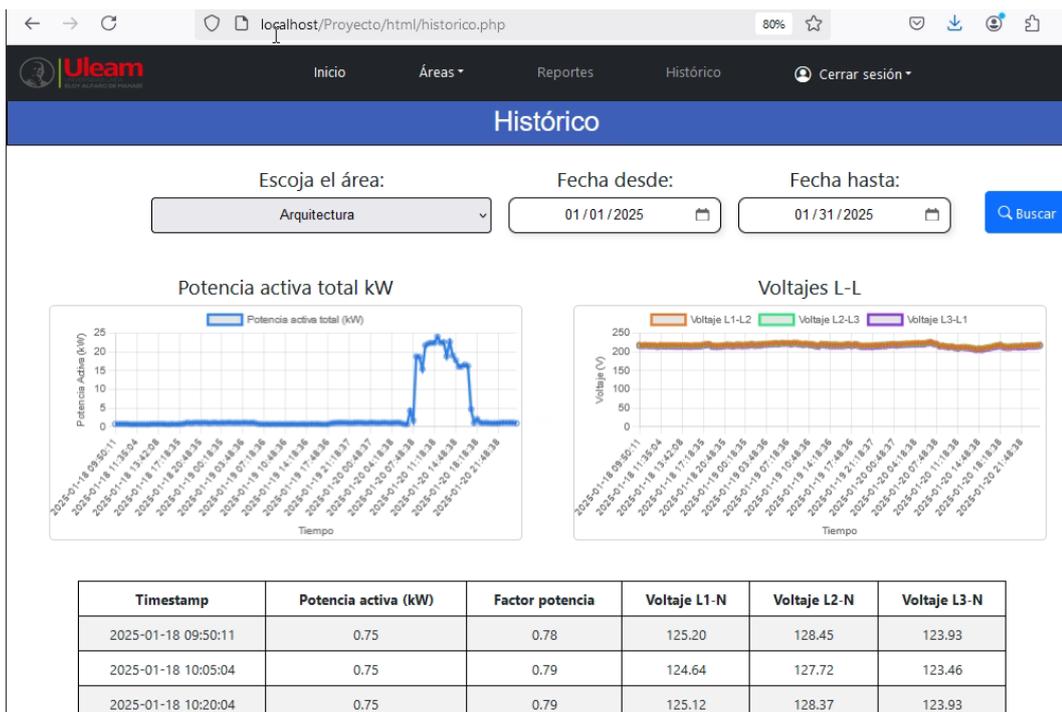
Escoja el área: Comunicación Fecha desde: 01/01/2025 Fecha hasta: 01/31/2025 Buscar



Timestamp	Potencia activa (kW)	Factor potencia	Voltaje L1-N	Voltaje L2-N	Voltaje L3-N
2025-01-18 09:50:11	-1.13	0.96	121.63	121.10	0.00
2025-01-18 10:05:04	-1.12	0.96	120.96	120.41	0.00
2025-01-18 10:20:04	-1.13	0.96	121.52	120.99	0.00

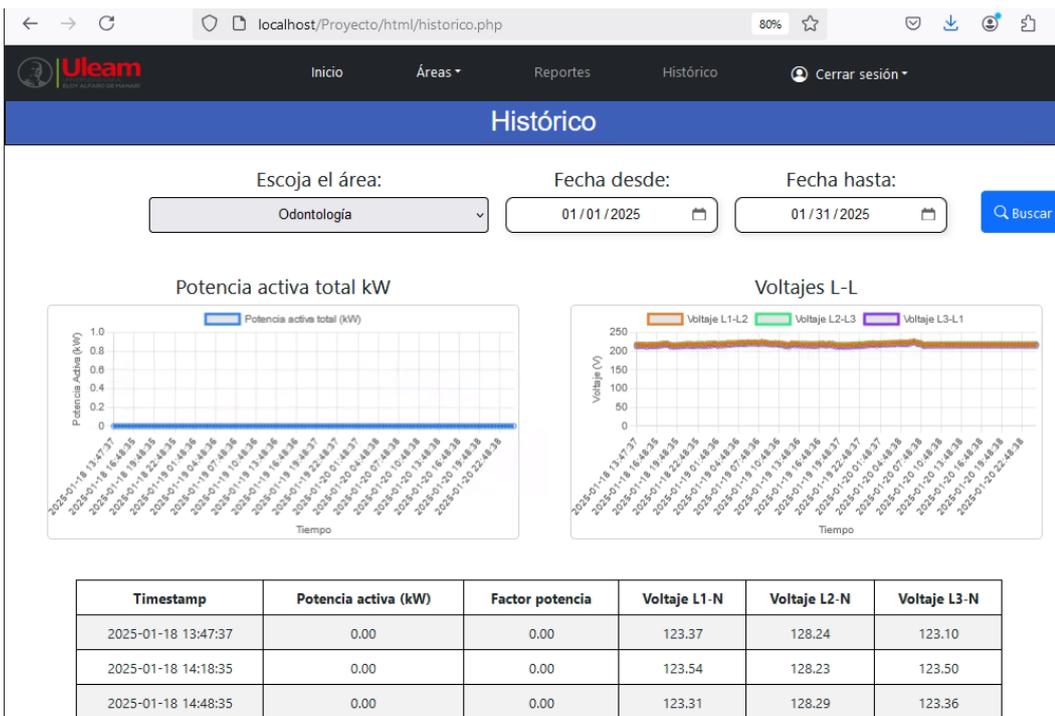
Timestamp	Potencia activa (kW)	Factor potencia	Voltaje L1-N	Voltaje L2-N	Voltaje L3-N
2025-01-20 14:18:38	-8.26	0.99	120.93	119.90	0.00
2025-01-20 14:48:38	-8.26	0.99	120.93	119.90	0.00
2025-01-20 15:18:38	-8.26	0.99	120.93	119.90	0.00
2025-01-20 15:48:38	-8.26	0.99	120.93	119.90	0.00
2025-01-20 16:18:38	-8.26	0.99	120.93	119.90	0.00
2025-01-20 16:48:38	-8.26	0.99	120.93	119.90	0.00
2025-01-20 17:18:38	-8.26	0.99	120.93	119.90	0.00
2025-01-20 17:48:38	-8.26	0.99	120.93	119.90	0.00
2025-01-20 18:18:38	-8.26	0.99	120.93	119.90	0.00
2025-01-20 18:48:38	-8.26	0.99	120.93	119.90	0.00
2025-01-20 19:18:38	-8.26	0.99	120.93	119.90	0.00
2025-01-20 19:48:38	-8.26	0.99	120.93	119.90	0.00
2025-01-20 20:18:38	-8.26	0.99	120.93	119.90	0.00
2025-01-20 20:48:38	-8.26	0.99	120.93	119.90	0.00
2025-01-20 21:18:38	-8.26	0.99	120.93	119.90	0.00
2025-01-20 21:48:38	-8.26	0.99	120.93	119.90	0.00
2025-01-20 22:18:38	-8.26	0.99	120.93	119.90	0.00
2025-01-20 22:48:38	-8.26	0.99	120.93	119.90	0.00

• Facultad de Arquitectura



2025-01-19 19:18:37	1.09	0.86	123.43	127.66	122.78
2025-01-19 19:48:37	1.07	0.86	122.98	127.60	122.66
2025-01-19 20:18:37	1.08	0.86	123.19	127.83	122.88
2025-01-19 20:48:37	1.07	0.85	123.23	127.78	122.86
2025-01-19 21:18:37	1.00	0.78	123.20	128.11	123.04
2025-01-19 21:48:37	1.00	0.78	123.81	128.58	123.52
2025-01-19 22:18:37	1.10	0.86	123.83	128.77	123.53
2025-01-19 22:48:37	1.09	0.86	124.23	129.19	124.26
2025-01-19 23:18:37	1.08	0.85	124.07	129.08	123.96
2025-01-19 23:48:37	1.00	0.78	124.92	129.58	124.74
2025-01-20 00:18:37	1.01	0.78	125.53	129.95	125.25
2025-01-20 00:48:37	1.10	0.86	125.84	130.31	125.53
2025-01-20 01:18:37	1.09	0.85	125.31	129.42	124.67
2025-01-20 01:48:37	1.01	0.78	126.21	129.90	125.31
2025-01-20 02:18:37	1.01	0.78	126.53	130.11	125.58
2025-01-20 02:48:37	1.10	0.86	126.99	130.29	125.84
2025-01-20 03:18:37	1.10	0.85	126.97	130.20	125.88
2025-01-20 03:48:37	1.02	0.78	127.35	130.50	126.02

• Facultad de Odontología



Timestamp	Potencia activa (kW)	Factor potencia	Voltaje L1-N	Voltaje L2-N	Voltaje L3-N
2025-01-19 21:48:37	0.00	0.00	122.88	128.98	123.72
2025-01-19 22:18:37	0.00	0.00	122.89	129.17	123.68
2025-01-19 22:48:37	0.00	0.00	123.30	129.54	124.45
2025-01-19 23:18:37	0.00	0.00	123.10	129.38	124.20
2025-01-19 23:48:37	0.00	0.00	123.94	130.06	124.97
2025-01-20 00:18:37	0.00	0.00	124.54	130.31	125.48
2025-01-20 00:48:37	0.00	0.00	124.88	130.76	125.70
2025-01-20 01:18:37	0.00	0.00	124.44	129.69	124.86
2025-01-20 01:48:37	0.00	0.00	125.21	130.18	125.58
2025-01-20 02:18:37	0.00	0.00	125.59	130.56	125.76
2025-01-20 02:48:37	0.00	0.00	126.00	130.74	126.02
2025-01-20 03:18:37	0.00	1.00	126.00	130.29	126.21
2025-01-20 03:48:37	0.00	0.00	126.31	130.98	126.22
2025-01-20 04:18:38	0.00	0.00	126.49	130.63	126.55
2025-01-20 04:48:38	0.00	0.00	127.01	131.14	126.81
2025-01-20 05:18:38	0.00	0.00	126.83	131.21	126.73
2025-01-20 05:48:38	0.00	0.00	126.88	131.29	126.83
2025-01-20 06:18:38	0.00	0.00	127.89	131.77	127.73

- Facultad de Agropecuaria

