



Universidad
Nacional
de Loja

Universidad Nacional de Loja

Facultad de la Energía, las Industrias y los de Recursos Naturales
No Renovables

Maestría en Ingeniería en Software

**Prototipo para monitoreo de variaciones de voltaje en
electrodoméstico-refrigerador de la
despensa "Flor de caña"; parroquia Malacatos.**

**Trabajo de Titulación previo a la
obtención del título de Magíster en Ingeniería
en Software**

AUTOR:

Galo Fernando Medina Rivera

DIRECTOR:

Ing. Cristian Ramiro Narvárez Guillén Mg. Sc.

Loja – Ecuador
2023

Certificación

Loja, 24 de abril de 2023

Ing. Cristian Ramiro Narváez Guillén. Mg. Sc.

DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

CERTIFICO:

Que he revisado y orientado todo proceso de la elaboración del Trabajo de Titulación denominado: **Prototipo para monitoreo de variaciones de voltaje en electrodoméstico-refrigerador de la despensa "Flor de caña"; parroquia Malacatos**, previo a la obtención del título de **Magíster en Ingeniería en Software**, de autoría del estudiante **Galo Fernando Medina Rivera**, con cédula de identidad Nro. **1102996145**, una vez que el trabajo cumple con todos los requisitos exigidos por la Universidad Nacional de Loja para el efecto, autorizo la presentación para la respectiva sustentación y defensa.

Ing. Cristian Ramiro Narváez Guillén. Mg. Sc.

DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Autoría

Yo, **Galo Fernando Medina Rivera**, declaro ser autor del Trabajo de Titulación y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos de posibles reclamos y acciones legales, por el contenido del mismo. Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja la publicación del Trabajo de Titulación en el Repositorio Digital Institucional – Biblioteca Virtual.

Firma:

Cédula de Identidad: 1102996145

Fecha: 03/05/2023

Correo electrónico: galo.medina@unl.edu.ec

Teléfono: 0995528556

**Carta de autorización por parte del autor, para consulta, reproducción parcial o total
y/o publicación electrónica de texto completo, del Trabajo de Titulación**

Yo, **Galo Fernando Medina Rivera**, declaro ser autor del Trabajo de Titulación denominado: **Prototipo para monitoreo de variaciones de voltaje en electrodoméstico-refrigerador de la despensa "Flor de caña"; parroquia Malacatos**. como requisito para optar el título de **Magíster en Ingeniería en Software**, autorizo al sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que con fines académicos muestre la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera en el Repositorio Institucional.

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el Repositorio Institucional, en las redes de información del país y del exterior con las cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia del Trabajo de Titulación que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, a los tres días del mes de mayo de dos mil veintitrés.

Firma:

Autor: Galo Fernando Medina Rivera

Cédula de identidad: 1102996145

Dirección: Loja, Malacatos, calles: Av. Pio Jaramillo y Pedro Leiva

Correo electrónico: galo.medina@unl.edu.ec

Teléfono: 0995528556

DATOS COMPLEMENTARIOS:

Director del Trabajo de Titulación: Ing. Cristian Ramiro Narváez Guillén. Mg. Sc.

Dedicatoria

Con mucho cariño a la memoria de mi padre Ángel Benigno, a mis adoradas mamás Livia Isabel y Esperanza Rivera a mi hermano Ángel Patricio, a mis hijos Ángel Fernando, Galo Patricio, Mateo Alejandro, a Luís Fernando Rodríguez, a toda mi familia, en especial a mi querida Katherine Mendoza; a ellos debo mi éxito y logro de mi meta deseada a aquellos que me brindan amor, comprensión, paciencia y apoyo para guiarme y formarme en un hombre honorable. Su presencia en mi vida han sido la principal motivación para mi esfuerzo y superación.

Galo Fernando Medina Rivera

Agradecimiento

Me gustaría expresar mi reconocimiento a varios individuos y organizaciones que contribuyeron significativamente a la realización exitosa de mi Trabajo de Titulación previo a la obtención del Título de Magíster en Ingeniería en Software.

En primer lugar, agradecer a la Universidad Nacional de Loja y la Facultad de la Energía, las Industrias y los Recursos Naturales no Renovables por facilitar la plataforma Virtual, para llevar a cabo mi Trabajo de Titulación. Además, expreso de manera cordial el agradecimiento al Ingeniero Cristian Ramiro Narváez Guillén que con su vasta experiencia y enseñanzas contribuyó a la sólida formación intelectual, científica y moral, en el desarrollo del presente Trabajo de Titulación.

Por último, agradecer a mis familiares, compañeros de clase y amigos que me apoyaron en todo momento durante la realización del Trabajo de Titulación. Sin su ayuda y esfuerzo, no habría culminado con éxito.

Galo Fernando Medina Rivera

Índice de contenidos

Portada	i
Certificación de Director	ii
Autoría	iii
Carta de Autorización	iv
Dedicatoria	v
Agradecimiento	vi
Índice de contenidos	vii
Índice de tablas	ix
Índice de figuras	xi
Índice de anexos	xii
1. Título	1
2. Resumen	2
2.1 Abstract.....	3
3. Introducción	4
4. Marco Teórico	6
4.1 Voltaje RMS	6
4.2 Corriente alterna monofásica.....	7
4.3 Calidad de energía	7
4.4 Sensor de tensión	8
4.5 ANSI C84.1 sistemas y equipos de energía eléctrica - rangos de voltaje.....	8
4.6 Microcontrolador	9
4.7 IEEE 802.11n (Wi-Fi)	9
4.8 Conversor analógico digital ADC	9
4.9 Microcontrolador ESP32	10
4.9.1 Detalle de SOC ESP32	11
4.10 Página web.....	12
4.11 JavaScript.....	12
4.12 Arduino IDE	12
4.13 Espressif System.....	12
4.14 Plataform IO	12
4.15 Visual Studio Code	13
4.16 Patrón modelo-vista -controlador (MVC)	13
4.17 Software como servicio (SaaS).....	13
5. Metodología	14
5.1 Contexto.....	14
5.2 Procedimiento	14
5.3 Recursos.....	15
5.3.1 Técnicas de investigación.	15
5.3.2 Recursos técnicos.....	16
5.3.3 Metodología de desarrollo de software.....	17
5.4 Participantes.....	17
5.5 Materiales	18

6.	Resultados	19
6.1	Elemento Microcontrolador.....	19
6.2	Sensor de voltaje.....	20
6.3	Pantalla	21
6.4	Hardware a utilizarse	21
6.5	Listado de componentes electrónicos	22
6.6	Diseño preexperimental	22
6.7	Pruebas de funcionamiento y calibración.	24
6.8	Consolidación de tecnologías	26
6.8.1	Diagrama de casos de uso:.....	27
6.8.2	Modelo conceptual.....	28
6.8.3	Diagrama de clases	29
6.8.4	Vista de despliegue	30
6.8.5	Vista Física	31
6.9	Metodología XP.....	33
6.10	Fase 01: Planificación.....	33
6.10.1	Roles	33
6.10.2	Requerimientos funcionales:	34
6.10.3	Requerimientos no funcionales.....	35
6.11	Fase 02: Diseño.....	35
6.11.1	Historias de usuario	35
6.11.2	Estimación de historias de usuario	37
6.11.3	Tarjetas CRC	38
6.12	Fase 03: Codificación	40
6.12.1	Arquitectura del software	40
6.12.2	Definición del prototipado y características	42
6.13	Fase 4 Pruebas	44
6.13.1	Prueba de aceptación de usuarios	45
6.13.2	Prueba de carga y Stress	45
7.	Discusión	52
7.1	Desarrollo de propuesta alternativa	52
8.	Conclusiones	57
9.	Recomendaciones	59
9.1	Trabajos Futuros	61
10.	Bibliografía	62
11.	Anexos	66

Índice de tablas:

TABLA I. TECNOLOGÍAS DE HARDWARE Y SOFTWARE.....	18
TABLA II. COMPARATIVA DEL MÓDULO Y PLACAS FAMILIA ESP32.	20
TABLA III. COMPARATIVA DE SENSORES DE TENSIÓN.....	20
TABLA IV. COMPARATIVA DE PANTALLA	21
TABLA V. LISTADO DE HARDWARE NECESARIO.....	21
TABLA VI. LISTADO DE COMPONENTES ELECTRÓNICOS ADQUIRIDOS.....	22
TABLA VII. DISEÑO 23	PRE-EXPERIMENTAL
TABLA VIII. DATOS DE MEDIDAS REALIZADAS.....	25
TABLA IX. ELEMENTOS DE MODELADO.....	27
TABLA X. EQUIPO DE TRABAJO.....	33
TABLA XI. USUARIO CLIENTE	34
TABLA XII. USUARIO 34	ADMINISTRADOR
TABLA XIII. REQUERIMIENTOS FUNCIONALES.....	34
TABLA XIV. REQUERIMIENTOS NO FUNCIONALES	35
TABLA XV. HISTORIA DE USUARIO #1 35	
TABLA XVI. HISTORIA DE USUARIO #2.....	36
TABLA XVII. HISTORIA DE USUARIO #3	36
TABLA XVIII. HISTORIA DE USUARIO #4.....	36
TABLA XIX. HISTORIA DE USUARIO #5.....	37
TABLA XX. ESTIMACIÓN DE HISTORIAS DE USUARIO 38	
TABLA XXI. TARJETA CRC AUTENTICACIÓN.....	38
TABLA XXII. TARJETA CRC CLIENTE	39
TABLA XXIII. TARJETA CRC GESTIÓN DE REGISTROS	39
TABLA XXIV. TARJETA CRC VISUALIZACIÓN	39
TABLA XXV. TARJETA CRC DESCARGAS	39
TABLA XXVI. APP WEB MVC.....	43
TABLA XXVII. PRUEBAS UNITARIAS.....	44
TABLA XXVIII. INTERPRETACIÓN PRUEBA DE CARGA Y STRESS	45
TABLA XXIX. DATOS DE VALORES REGISTRADOS	51
TABLA XXX. MÓDULOS ESP32.....	66
TABLA XXXI. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS ESP32 38 PINES.....	67
TABLA XXXII. TRABAJOS RELACIONADOS.....	68
TABLA XXXIII. ELEMENTO DE CONTROL- NECESIDADES	69
TABLA XXXIV. CÓDIGOS DE PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO.....	71
TABLA XXXV. PROCESO DE ESTIMACIÓN DE RIESGOS.....	73
TABLA XXXVI. DETALLE DE REQUERIMIENTOS FUNCIONALES.....	74
TABLA XXXVII. CASO DE USO – AUTENTICARSE	76
TABLA XXXVIII. CASO DE USO – REGLAS	76

TABLA XXXIX. CASO DE USO – REGISTROS	77
TABLA XL. CASO DE USO –VISUALIZACIÓN	77
TABLA XLI. CASO DE USO –GESTIÓN	78
TABLA XLII. CASO DE USO –DESCARGAS.....	78
TABLA XLIII. ESTRUCTURA DE LA APLICACIÓN WEB.....	80
TABLA XLIV. FUNCIÓN DEL CÓDIGO EN ESP32.....	82
TABLA XLV. CÓDIGO DE APLICACIÓN WEB.....	85
TABLA XLVI. BUILD-UPLOAD-MONITOR - ESP32.....	100
TABLA XLVII. APLICACIÓN WEB	102
TABLA XLVIII. CODIGO DE TEST-UNIT.....	105
TABLA XLIX. RESULTADOS DE TEST DE ESTRÉS CON SOFTWARE EN LINEA DOTCOM-MONITOR.....	111
TABLA L. CASO DE PRUEBA DE CAJA NEGRA #1.....	114
TABLA LI. CASO DE PRUEBA DE CAJA NEGRA #2.....	114
TABLA LII. CASO DE PRUEBA DE CAJA NEGRA #3	115
TABLA LIII. CASO DE PRUEBA DE CAJA NEGRA #4.....	115
TABLA LIV. CASO DE PRUEBA DE CAJA NEGRA #5	115
TABLA LV. CASO DE PRUEBA DE CAJA NEGRA #6	116
TABLA LVI. CASO DE PRUEBA DE CAJA NEGRA #7	116
TABLA LVII. CASO DE PRUEBA DE CAJA NEGRA #8.....	116
TABLA LVIII. CASO DE PRUEBA DE CAJA NEGRA #9.....	117
TABLA LIX. CASO DE PRUEBA DE CAJA NEGRA #10	117
TABLA LX. CASO DE PRUEBA DE CAJA NEGRA #11	118
TABLA LXI. CASO DE PRUEBA DE CAJA NEGRA #12	118
TABLA LXII. CASO DE PRUEBA DE CAJA NEGRA #13.....	119
TABLA LXIII. CASO DE PRUEBA DE CAJA NEGRA #14	119
TABLA LXIV. CASOS DE PRUEBA DE CAJA NEGRA #15.....	119
TABLA LXV. LECTURA 02 DE MARZO EN SISTEMA DE MONITOREO A LAS 21:19	123
TABLA LXVI. COMPARACIÓN DE MODA, MAX, MIN, PROMEDIO- FUERA DE RANGO	124
TABLA LXVII. LECTURA COMPARADA CON PINZA AMPEROMÉTRICA DIGITAL DT202C	127
TABLA LXVIII. HORARIO DE 07:00 A 08:00 - ELECTRODOMÉSTICO ENCENDIDO APAGADO	127
TABLA LXIX. HORARIO DE 00:00 A 01:00 - ELECTRODOMÉSTICO ENCENDIDO APAGADO	127

Índice de figuras:

Fig. 1.	Onda Senoidal -valor pico y eficaz (RMS).....	6
Fig. 2.	Corriente alterna monofásica.....	7
Fig. 3.	Rangos de voltaje ANSI C84.1.....	8
Fig. 4.	Modulo ESP-01 y NodeMCU.....	10
Fig. 5.	Diagrama de bloques del soc ESP32.....	11
Fig. 6.	Esp-wroom-32 DevKit-Pines GPIO.....	11
Fig. 7.	Patrón MVC.....	13
Fig. 8.	Prototipo Físico.....	24
Fig. 9.	Calibración analógica.....	24
Fig. 10.	Onda senoidal en Serial Plóter de Arduino IDE.....	25
Fig. 11.	Arquitectura IoT.....	26
Fig. 12.	Modelo Arquitectura de 6 Capas.....	27
Fig. 13.	Diagrama de casos de uso.....	28
Fig. 14.	Modelo conceptual.....	28
Fig. 15.	Diagrama de clases.....	30
Fig. 16.	Vista de despliegue.....	31
Fig. 17.	Vista física.....	31
Fig. 18.	Metodología XP.....	32
Fig. 19.	Modelo Vista Controlador con versiones de tecnologías.....	41
Fig. 20.	Prototipo de autenticación.....	42
Fig. 21.	Prototipo de Registro datos en tiempo real.....	42
Fig. 22.	Prototipo gestión de monitoreo.....	43
Fig. 23.	Estimación de riesgos.....	44
Fig. 24.	Comparativo promedio de voltajes medidos enero-febrero-marzo.....	46
Fig. 25.	Variación de voltaje de 00:00 a 23:00 -03-04.....	47
Fig. 26.	Variación de voltaje de 00:00 a 05:00.....	47
Fig. 27.	Variación de voltaje de 06:00 a 12:00.....	48
Fig. 28.	Variación de voltaje de 13:00 a 18:00.....	48
Fig. 29.	Variación de voltaje de 19:00 a 23:00.....	48
Fig. 30.	Variación de voltaje de 00:00 a 23:00 -04-04.....	49
Fig. 31.	Variación de voltaje de 00:00 a 05:00.....	49
Fig. 32.	Variación de voltaje de 06:00 a 12:00.....	50
Fig. 33.	Variación de voltaje de 13:00 a 18:00.....	50
Fig. 34.	Variación de voltaje de 19:00 a 23:00.....	51
Fig. 35.	Fotos en situ donde se ha implementado la solución y el prototipo final.....	70
Fig. 36.	Características del refrigerador.....	121
Fig. 37.	Temperaturas promedio del mes de abril -Microsoft Start.....	121
Fig. 38.	Comparativo promedio de voltajes medidos enero.....	122
Fig. 39.	Comparativo promedio de voltajes medidos febrero.....	122
Fig. 40.	Comparativo promedio de voltajes medidos marzo.....	122
Fig. 41.	Lecturas variación fuera de rango del refrigerador.....	124
Fig. 42.	Variación de voltaje 03/04/2023.....	125

Fig. 43.	Variación de voltaje en día, tarde, noche, madrugada.....	125
Fig. 44.	Variación de voltaje 04/04/2023.....	126
Fig. 45.	Variación de voltaje en día, tarde, noche, madrugada (04/04/2023).....	126
Fig. 46.	Comparativa dos días.....	126

Índice de anexos:

Anexo 1. Chips de la familia ESP32 y características técnicas	66
Anexo 2. Trabajos relacionados y necesidades	68
Anexo 3. Pruebas de funcionamiento, calibración, prototipo físico	70
Anexo 4. Tabla de estimación de riesgos.....	73
Anexo 5. Requerimientos funcionales	74
Anexo 6. Elementos del modelado de la arquitectura.....	76
Anexo 7. Organización de la aplicación web.....	80
Anexo 8. Presentación de lecturas de voltaje en el aplicativo web.....	100
Anexo 9. Pruebas de funcionamiento de la aplicación web.....	105
Anexo 10. Prueba de carga y stress con software DOTCOM-MONITOR.....	111
Anexo 11. Aceptación de funcionamiento, requerimientos y funcionalidad	112
Anexo 12. Pruebas de Caja Negra	113
Anexo 13. Gráficos estadísticos, características de electrodoméstico	121
Anexo 14. Factura de adquisición de dispositivos electrónicos.....	129
Anexo 15. Certificación de traducción al idioma Inglés.....	130

1. Título

Prototipo para monitoreo de variaciones de voltaje en electrodoméstico-refrigerador de la despensa "Flor de caña"; parroquia Malacatos.

2. Resumen

El presente Trabajo de Titulación (TT) tiene como objetivo el desarrollo de un sistema de monitoreo de voltaje para las empresas de distribución eléctrica, utilizando tecnologías web. En el contexto de las empresas de distribución eléctrica actualmente enfrentan desafíos como la desviación del voltaje debido a factores como condiciones climáticas adversas, desgaste de los componentes y actividad humana.

El TT consta de tres etapas: En la primera etapa, se construye el prototipo preexperimental de tipo no invasivo que se instala de manera paralela a la conexión existente. Las pruebas iniciales de funcionamiento y calibración se realizan mediante el uso de diagramas de protoboard y esquemáticos.

La segunda etapa, se desarrolla el software de monitoreo utilizando la metodología XP, con el fin de determinar los participantes, roles, requerimientos funcionales y no funcionales, historias de usuario, tarjetas CRC y elementos del modelado de la arquitectura, incluyendo diagramas de caso de uso, modelo conceptual, diagrama de clases, vista de despliegue y vista física. Los IDEs utilizados incluyen Arduino, Visual Studio Code; frameworks como Espressif IoT Development con extensión de VSCode de la PlataformaIO, JavaScript, y una conexión Wi-Fi del ESP32 enlazada con la base de datos NoSQL Firebase, lo que permite visualizar las lecturas de voltaje y marcas de tiempo en la pantalla Oled en el lugar de instalación, así como también en cualquier lugar donde se tenga conexión a internet.

Finalmente, en la tercera etapa se verifica el correcto funcionamiento y calibración entre la aplicación web y el prototipo construido mediante pruebas de tipo: unitarias, de aceptación, de caja negra, de estrés, obteniendo buenos resultados. El aplicativo web desarrollado nos facilitó el contraste de información obtenida y el análisis estadístico con el uso de valores almacenados. Con dicha información, el usuario final puede tomar eficaces decisiones al momento de dar mantenimiento de tipo preventivo-correctivo o gestionar de mejor manera los recursos energéticos con base a la data monitoreada por el aplicativo web.

Palabras clave: *Arduino, Desarrollo de software, ESP32, Espressif, IoT, Oled, Sensor de voltaje, Sistema de monitoreo de voltaje, Wi-Fi.*

2.1 Abstract

The present study targets to develop a voltage monitoring system for electric distribution utilities using web technologies. In the context of electrical distribution firms currently face challenges such as voltage deviation due to things like adverse weather conditions, component wear and tear, and human activity.

The project consists of three stages: In the first stage, the pre-experimental, non-invasive type prototype is built and installed parallel to the existing connection. Initial functional and calibration tests are performed using a breadboard and schematic diagrams.

The second stage, monitoring software is developed using XP methodology, to determine participants, roles, functional and non-functional requirements, user stories, CRC cards, and architecture modeling elements, including use case diagrams, conceptual models, class diagrams, deployment view, and physical view. The IDEs used include Arduino, Visual Studio Code, frameworks such as Espressif IoT Development with the VSCode extension of PlatformIO, JavaScript, and a Wi-Fi connection of the ESP32 linked to the Firebase NoSQL database, which allows the voltage readings and timestamps to be displayed on the Oled display at the installation site, as well as anywhere there is an internet connection.

Finally, in the third stage, the correct operation and calibration between the web application and the prototype built are verified by employing unit, acceptance, black box, and stress tests, obtaining good results. The web application developed facilitated the contrast of the information obtained and the statistical analysis with the use of stored values. With this information, the end user can make effective decisions at the time of preventive-corrective maintenance or better manage energy resources based on the data monitored by the web application.

Keywords: *Arduino, ESP32, Espressif, IoT, Oled, Software development, Voltage sensor, Voltage monitoring system, Wi-Fi.*

3. Introducción

En la actualidad, la competencia por la calidad de la energía es cada vez más intensa, por lo que resulta imprescindible realizar un seguimiento constante de las fluctuaciones de voltaje. Al analizar estos valores, se pueden tomar decisiones técnicamente adecuadas y aprovechar al máximo los sensores y dispositivos conectados a Internet, para una gestión energética más eficiente

Los Sistemas Eléctricos de Potencia (SEP) son responsables de proporcionar electricidad a una gran parte del mundo. Si se produce una falla en el SEP, esto puede ocasionar importantes pérdidas económicas, técnicas y humanas, ya que el suministro eléctrico no solo llega a los usuarios domésticos, sino también a establecimientos públicos. La rapidez en el restablecimiento del servicio eléctrico asegura altos estándares de calidad y estabilidad [1].

Además, la variación de tensión se convierte en un problema cuando se conecta varias cargas en conexiones de servicio público común. Al ir añadiendo o eliminando cargas, la tensión se incrementa o disminuye. La desviación del voltaje se debe a múltiples causas como: condiciones climáticas, desgaste y envejecimiento de elementos que componen el sistema de generación y distribución, y la propia actividad humana. De aquí la necesidad de monitorear dichas variaciones y contrastar los valores de voltaje existentes en el tomacorriente donde está instalado el electrodoméstico, visualizando las medidas a través de una aplicación web con gráficos, medidores y tablas, donde se pueda gestionar dicha información.

Hoy en día la diversidad de dispositivos conectados al internet, la tecnología Wi-Fi y variedad de sensores, permiten monitorear diferentes variables de energía como lo es el voltaje, que repercute en el consumo eléctrico.

Los equipos y electrodomésticos actuales, son más sensibles al problema de calidad en el suministro eléctrico [2], situación que afecta no solo al sector domiciliario, sino también al comercial donde una interrupción del servicio eléctrico, puede paralizar los equipos utilizados para la despensa de productos comestibles; provocando pérdidas económicas y materiales. Especialmente en los sectores turísticos locales, como la parroquia Malacatos [3] específicamente en el área céntrica, donde los visitantes llegan a degustar del paisaje y al mismo tiempo realizan compras en las despensas existentes, en nuestro caso la despensa “Flor de caña”, misma que es un referente, debido a la visita turista, siendo un lugar de acopio de comestibles y distribución de productos para el consumo diario, por tal motivo los equipos utilizados tienen

que estar en óptimas condiciones de trabajo para dar un servicio de calidad a los visitantes. Un componente fundamental es el refrigerador como principal herramienta de trabajo, ya que su funcionalidad actualmente se encuentra expuesto a variaciones de voltaje y daños, además depende del ciclo de encendido/apagado, todo se encuentra, correlacionado con el consumo de energía, ya que, si tuviese algún fallo, éste se reflejará en el pago de la factura de consumo mensual eléctrico.

Con lo expuesto se indica que, al implementar el prototipo se contrastará la existencia de variaciones de voltaje de corriente alterna; lo que pueda ocasionar fallos en las refrigeradoras.

4. Marco Teórico

Para tener una visión más clara del funcionamiento del prototipo abarcamos algunos temas importantes acerca de los factores que intervienen para el monitoreo de voltaje, mediante una página web, logrando gestionar dichas lecturas.

4.1 Voltaje RMS

El voltaje RMS (Root Mean Square o valor eficaz) es la medida que se utiliza para describir la magnitud de una señal de corriente alterna. Se define como el valor cuadrático medio del voltaje que varía con el tiempo. A diferencia del voltaje pico, el voltaje RMS tiene en cuenta tanto los valores máximos como los mínimos de la señal, y proporciona una medida más precisa de la amplitud de la señal. Como se presenta en la Fig. 1.

Una onda senoidal que representa un voltaje de corriente alterna puede ser representada de manera equivalente por un voltaje DC, produciendo los mismos efectos de calentamiento. Además, la forma de onda senoidal de la corriente alterna puede ser descrita como una señal DC equivalente, ya que ambas entregan la misma cantidad de energía a cualquier carga en un circuito a lo largo de un ciclo [4].

El valor RMS permite comparar la cantidad de energía que suministra una onda de corriente alterna con la que suministra una onda de corriente continua a un circuito. Así, es posible comparar la disipación de potencia entre ambas formas de onda y, por tanto, el voltaje RMS se considera un valor equivalente.

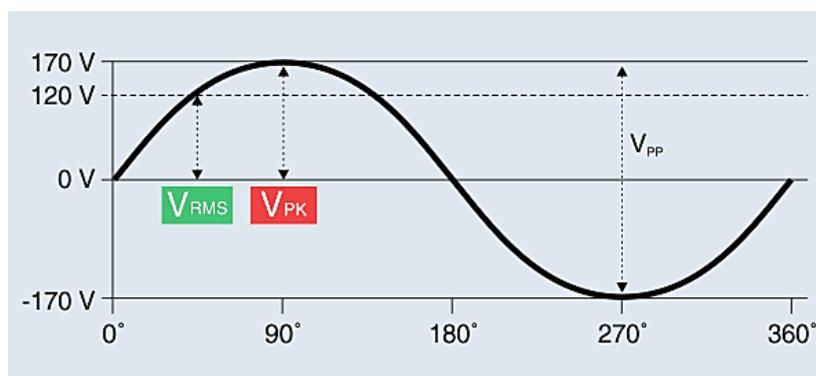


Fig. 1. Onda Senoidal -valor pico y eficaz (RMS)¹

¹ <https://www.promax.es/esp/noticias/561/que-significa-rms-y-true-rms-te-explicamos-las-diferencias/>

4.2 Corriente alterna monofásica

En un hogar convencional, el sistema de distribución de energía eléctrica es monofásico, lo que significa que hay una sola señal de corriente que se transmite a través del cable designado como fase, que normalmente es de color marrón, y que regresa por el cable neutro, cerrando así el circuito. Este tipo de corriente proporciona una tensión de 110/125 voltios, lo que la crea adecuada para el funcionamiento de electrodomésticos y luminarias [5]. En la Fig. 2 se representa la onda de corriente alterna monofásica.

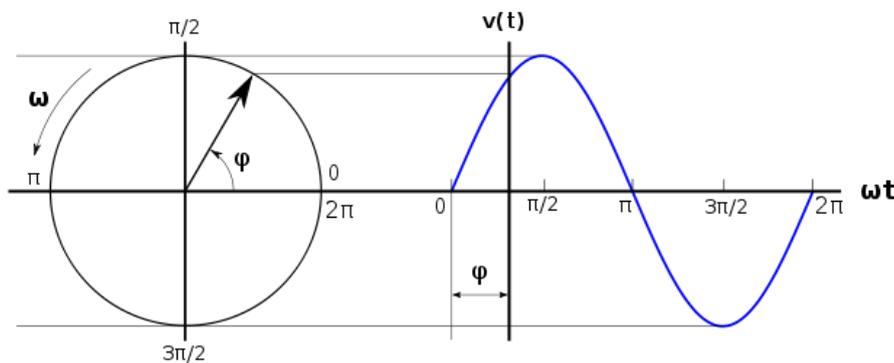


Fig. 2. Corriente alterna monofásica

4.3 Calidad de energía

Se refiere a la capacidad de un sistema eléctrico para suministrar energía de manera constante, sin interrupciones, fluctuaciones o perturbaciones que puedan afectar el funcionamiento de los equipos eléctricos conectados. La calidad de energía se puede medir y evaluar mediante diferentes parámetros, como la frecuencia, el voltaje, la distorsión armónica, el factor de potencia, entre otros. Una mala calidad de energía puede causar problemas, como el mal funcionamiento de los equipos, pérdidas económicas y riesgos para la seguridad. Por lo tanto, es importante mantener una buena calidad de energía en los sistemas eléctricos para garantizar su correcto funcionamiento y evitar problemas [6].

Se necesita de un sistema de transformación y conversión para reducir voltajes elevados de corriente alterna a voltajes mínimos de corriente continua, mismos que son utilizados por equipos electrónicos como los microcontroladores, sensores y demás dispositivos que sirven para monitorear valores tanto ambientales, energéticos, etc.

4.4 Sensor de tensión

Para la recolección de la información en la variable de voltaje, se emplea un transformador que actúa como aislamiento galvánico para garantizar mayor seguridad en su uso, mismo que reduce el voltaje AC de entrada en nuestro caso de 120V a un voltaje AC de amplitud menor donde se encuentra un divisor de tensión y un circuito operacional para adicionar un desplazamiento(offset) positivo a la salida analógica, pudiendo ser leído por el ESP32. Además, resulta sencillo de instalar y adaptar al sistema, permitiendo una fácil conexión con el microcontrolador, ya que alimentamos con 3.3V obteniendo un desplazamiento de 1.65V. ²

4.5 ANSI C84.1 sistemas y equipos de energía eléctrica - rangos de voltaje

En la Fig. 3 se muestra el estándar nacional estadounidense para sistemas y equipos de energía eléctrica: valores nominales de voltaje (60 Hertz). En 1954, la primera versión de ANSI C84.1 fue básicamente una combinación del estándar del Instituto Eléctrico Edison que representa a los servicios públicos y la Asociación Nacional de Fabricantes Eléctricos (NEMA). Actualmente, la última versión es ANSI C84.1-2011. El rango A es el rango de voltaje óptimo. El rango B es aceptable, pero no óptimo [7, Fig. 3].

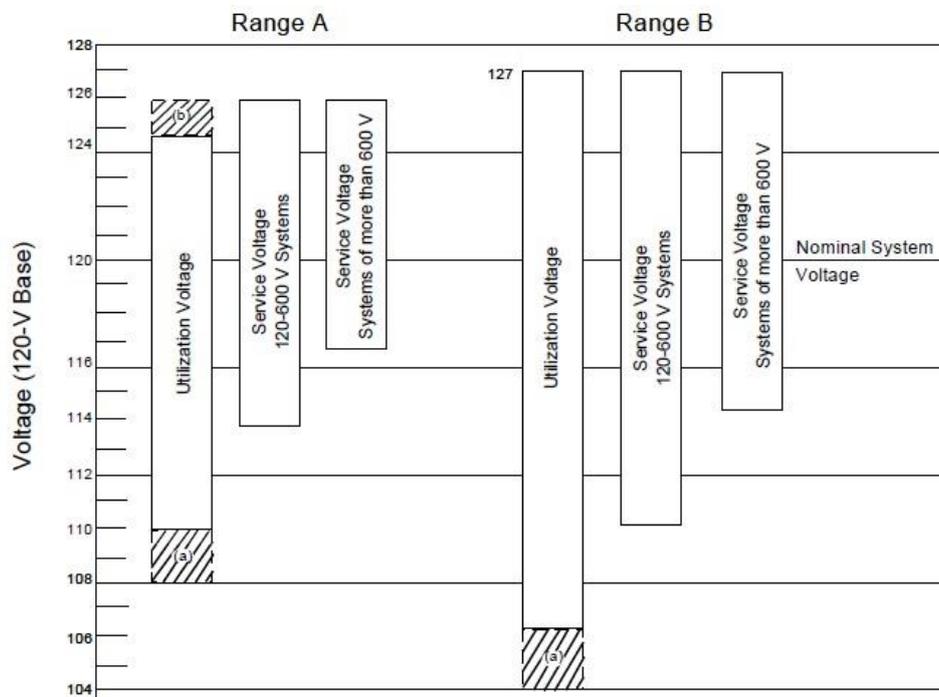


Fig. 3. Rangos de voltaje ANSI C84.1

² <https://surtrtech.com/2020/04/08/measure-any-ac-voltage-250vac-with-zmpt101b-and-esp8266-12e-with-android-app-adafruit-io-mqtt/>

- a. Las partes sombreadas de los rangos no se aplican a los circuitos que alimentan la carga de iluminación.
- b. La parte sombreada del rango no se aplica a los sistemas de 120 V - 600 V.

4.6 Microcontrolador

Un microcontrolador es un chip programable que integra en un solo circuito un procesador, memoria y periféricos de entrada/salida. Está diseñado para controlar una tarea específica en un sistema electrónico y es capaz de ejecutar un programa almacenado en su memoria interna y también interactuar con el mundo exterior a través de sus periféricos integrados. Debido a su capacidad de procesamiento integrado y bajo costo, los microcontroladores se utilizan en una amplia gama de aplicaciones electrónicas, desde el control de electrodomésticos y sistemas de automatización hasta la electrónica portátil y dispositivos IoT [8].

4.7 IEEE 802.11n (Wi-Fi)

El estándar IEEE 802.11n es una tecnología de comunicación inalámbrica que permite la conexión de dispositivos a internet y otros dispositivos sin la necesidad de cables. La tecnología Wi-Fi utiliza ondas de radio de alta frecuencia para transmitir datos a través de una red de puntos de acceso o routers que están conectados a una red cableada [9], [10].

4.8 Conversor analógico digital ADC

Es un dispositivo que transforma una señal analógica, como sonido, temperatura, energía, en una señal digital compuesta por una serie de números binarios que la computadora puede procesar. Este proceso implica dos etapas principales: muestreo, en la que la señal analógica se toma a intervalos regulares y se mantiene constante por un corto período de tiempo, y cuantificación, en la que la señal analógica se aproxima a un número finito de valores discretos, es decir, se redondea a la cantidad más cercana de niveles discretos que el ADC puede representar [11].

Los ADC se usan ampliamente en muchas aplicaciones, como la conversión de señales de audio a formato digital para su procesamiento por una computadora o la medición de temperatura, variables de energía y otras variables en sistemas de control automático.

4.9 Microcontrolador ESP32

ESP32 nombre de una serie de microcontroladores diseñados por Espressif Systems, empresa que inició la comercialización del módulo Wi-Fi inalámbrico, el mismo permitía a otros microcontroladores establecer una conexión TCP/IP mediante comandos AT. En ese momento, el Arduino MKR1000 fue un dispositivo revolucionario, con conectividad Wi-Fi, pero tiene alto costo, lo que inclina a la comunidad de desarrolladores hacia otras posibilidades más asequible como el microcontrolador Espressif. El primer dispositivo que salió al mercado fue el ESP-01, en agosto de 2014. La información exclusiva del dispositivo está en chino, por lo que su potencial no se mostró hasta hace poco que la empresa comenzó a crear firmware y traducir manuales para programar el dispositivo. Luego, la comunidad lanzó el código SDK (Software Development Kits). De código abierto, permitiendo la programación con Arduino Core. Espressif generó un SDK con licencia que brinda soporte a los usuarios (ESP-IDF). El SoC (System on Chip) que incluye el dispositivo es el ESP8266, y sus evoluciones variaban en la memoria flash disponible. Las funcionalidades siguieron siendo diferentes, convirtiéndolo característico al NodeMCU, que incluye un adaptador serie/usb y se alimenta por micro usb.

En el año 2016, salió una mejora del esp8266 con 1MB de flash integrada, siendo el último modelo desarrollado por el fabricante. Salió la optimización ESP32 en septiembre del 2016. El propio chip, llamado ESP8285, que fue el último modelo desarrollado por el anterior fabricante [12, Fig. 4].

Una comparativa de la familia de ESP32, como las características técnicas se detallan en el Anexo 1. Además, en la Fig. 4 se ilustra una comparativa entre modulo ESP-01 y NodeMCU.



Fig. 4. Modulo ESP-01 y NodeMCU

4.9.1 Detalle de SOC ESP32

En la Fig. 5 se describe las funcionalidades, características y la disposición de bloques internos del microcontrolador [13, Fig. 5].

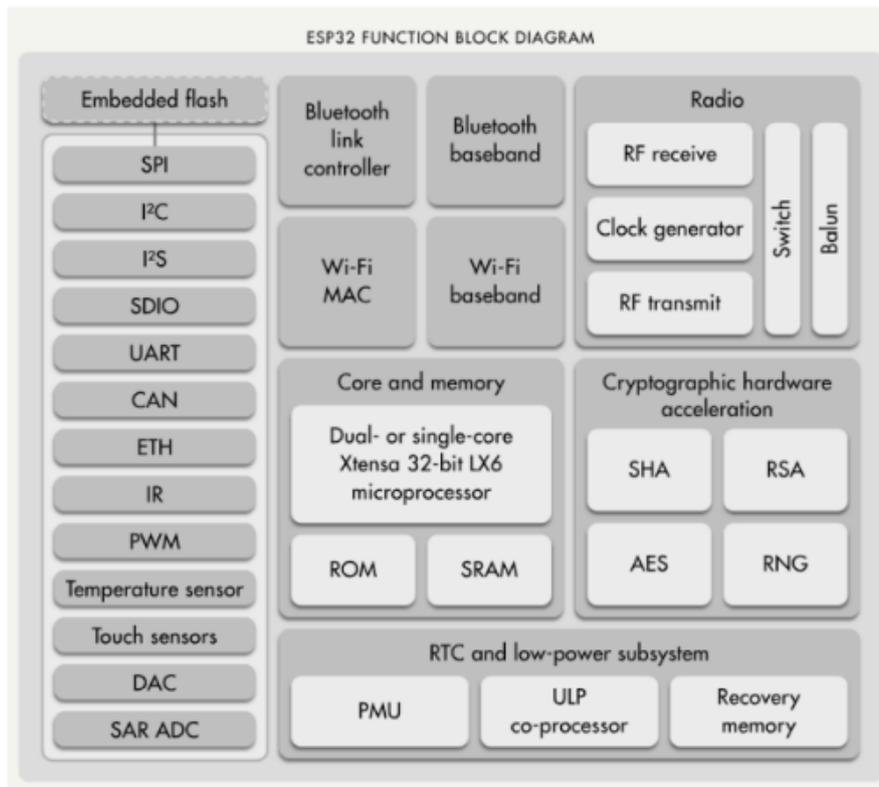


Fig. 5. Diagrama de bloques del soc ESP32

Además, se visualiza los pines externos del ESP32 en la Fig. 6 [14, Fig. 6]:

ESP32 DEVKIT V1 – DOIT version with 30 GPIOs

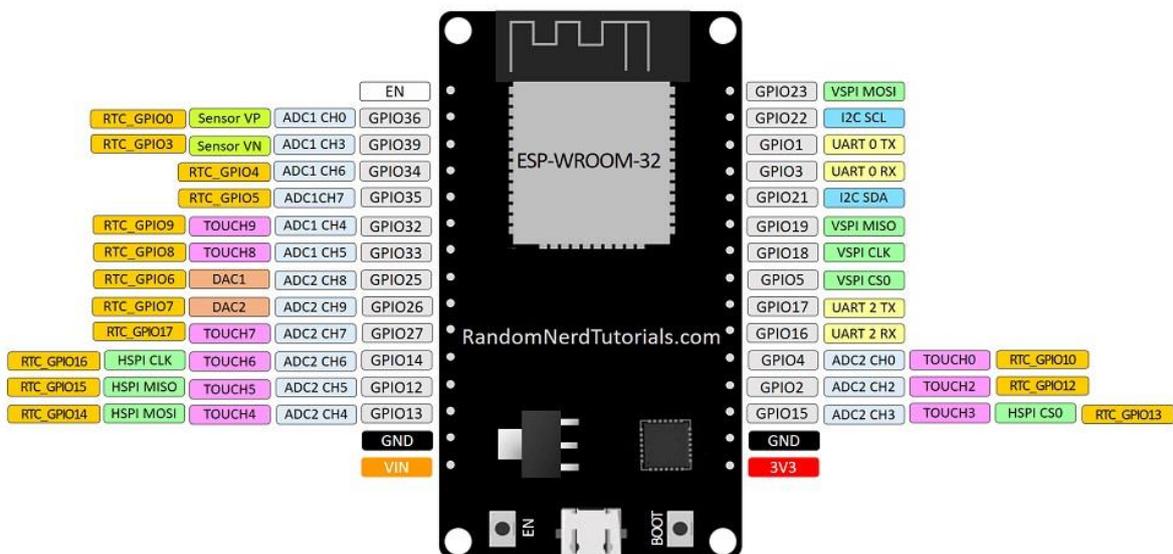


Fig. 6. Esp-wroom-32 DevKit-Pines GPIO

4.10 Página web

Operando una página web, con HTML se puede permitir ingresar y mejorar el cambio de información desde cualquier lugar donde se cuente con conexión a internet y se disponga de un dispositivo electrónico. Dentro del diseño pueden contener JavaScript y CSS [15].

4.11 JavaScript

Es un lenguaje de programación utilizado para desarrollar páginas web dinámicas con efectos, animaciones y acciones interactivas para el usuario. Actualmente, todos los navegadores son capaces de interpretar el código JavaScript. Este lenguaje se ejecuta en el sitio del cliente, lo que significa que se procesa en el ordenador del usuario y no en el servidor, y se integra en el HTML para su uso en la creación de páginas web [16].

4.12 Arduino IDE

Un entorno de desarrollo integrado (IDE), es un conjunto de herramientas de programación que se compone de un programa informático. Puede estar enfocado en un solo lenguaje de programación o ser utilizado para varios. Se presenta como una aplicación que incluye editor de código, compilador, depurador y constructor de interfaz gráfica (GUI). En el caso específico de Arduino, el IDE también incorpora las herramientas necesarias para cargar el programa previamente compilado en la memoria flash del hardware [17].

4.13 Espressif System

Una de las plataformas utilizadas para el desarrollo de proyectos recomendado y desarrollado por el fabricante Espressif System, es el: Espressif IoT Development Framework, mismo que cuenta con las herramientas, documentación y estructura necesaria para desarrollar proyectos, utilizando lenguaje C/C++. Se reitera que Espressif desarrolló Arduino Core para trabajar con el ESP32 [18], [19].

4.14 Plataforma IO

Esta plataforma simplifica el desarrollo de proyectos IoT empleando microcontroladores, al ofrecer un entorno unificado con herramientas poderosas para la programación y depuración de diferentes dispositivos como Arduino, ESP32, ESP8266, entre otros [20], [21].

4.15 Visual Studio Code

VS Code, desarrollado por Microsoft, es un editor de código fuente gratuito y compatible con múltiples sistemas operativos. Entre sus características destacan la integración con Git, la posibilidad de depurar código y su amplia variedad de extensiones, lo que permite la escritura y ejecución de código en prácticamente cualquier lenguaje de programación [22].

4.16 Patrón modelo-vista -controlador (MVC)

Es ampliamente utilizado en el desarrollo de aplicaciones con interfaces de usuario. Se enfoca en separar los datos o "modelo" de la vista, mientras que el controlador se encarga de relacionar ambos. La característica principal de este patrón es la separación de la vista del modelo, lo que permite la independencia entre ambas capas. La Fig. 7 muestra la separación de las tres capas y los componentes necesarios para su funcionamiento. Esta separación de capas hace que sea una opción deseable para proyectos de gran envergadura [23].

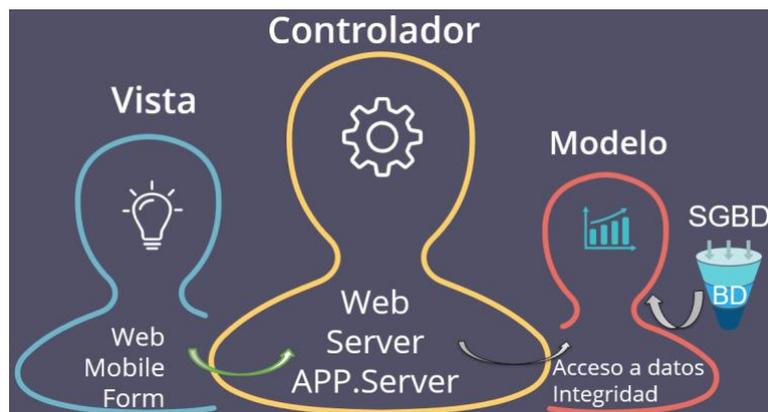


Fig. 7. Patrón MVC

4.17 Software como servicio (SaaS)

El modelo basado en la nube Firebase es una plataforma de desarrollo de aplicaciones móviles y web, que ofrece una amplia variedad de herramientas para el desarrollo, la implementación y la gestión de aplicaciones a través de internet. Mismas que pueden ser utilizadas gratuitamente. Algunas de las características más destacadas de Firebase incluyen su capacidad para manejar bases de datos en tiempo real, la autenticación de usuarios, el alojamiento web, la mensajería en tiempo real y la integración con herramientas de terceros, como Google Analytics. Firebase también brinda amplia documentación y una comunidad activa de desarrolladores que pueden ayudar a los usuarios a resolver problemas y mejorar sus aplicaciones [24],[25].

5. Metodología

Se utiliza una variedad de técnicas y métodos, para sistematizar las actividades necesarias en la solución de la problemática propuesta, a fin de llevar a cabo de manera efectiva el trabajo de titulación actual.

5.1 Contexto

El presente Trabajo de Titulación fue desarrollado en la Facultad de la Energía, los Recursos Naturales no Renovables de la Universidad Nacional de Loja de la Maestría en Ingeniería de Software. Se eligió la despensa “Flor de caña”, debido a la gran demanda de utilización de electrodomésticos, en especial el refrigerador, con ausencia de un sistema que permita monitorear las variaciones de voltaje, por tal motivo se consideró el desarrollo de un aplicativo web, que le permita visualizar al cliente los valores de voltaje en tiempo real, con marcas de tiempo, de una forma eficiente y funcional.

5.2 Procedimiento

Método: El método utilizado en este estudio es el experimental, ya que se describe la construcción de un prototipo preexperimental, la realización de pruebas iniciales de funcionamiento y calibración, la elaboración de un software de monitoreo mediante una metodología específica y la verificación del correcto funcionamiento y calibración entre la aplicación web y el prototipo construido mediante diferentes tipos de pruebas.

Variable de investigación: En este estudio, la variable de investigación es el voltaje eléctrico. El objetivo del estudio es desarrollar un sistema de monitoreo de voltaje para que el usuario pueda contrastar las lecturas y marcas de tiempo registradas en la base de datos NoSQL, con el fin de garantizar la calidad de la energía eléctrica y tomar decisiones adecuadas para aprovechar al máximo los sensores, dispositivos conectados a Internet y la energía de manera eficiente.

Población: La población en este estudio se refiere a los electrodomésticos conectados en domicilios, que enfrentan desafíos en la garantía de la calidad de la energía eléctrica, especialmente en la desviación del voltaje debido a factores como condiciones climáticas adversas, desgaste de los componentes y actividad humana. El objetivo del estudio es desarrollar un sistema de monitoreo de voltaje que pueda ser utilizado por el usuario para que pueda tomar decisiones técnicamente adecuadas y gestionar mejor sus recursos energéticos.

5.3 Recursos

Con el fin de lograr los objetivos y procesos previamente mencionados, se hicieron uso de los recursos siguientes:

5.3.1 Técnicas de investigación.

Pruebas de laboratorio: se utilizó principalmente pruebas de funcionamiento en entorno controlado, para determinar el comportamiento del prototipo, y las condiciones en las que se desvía el voltaje.

Pruebas de campo: las pruebas en situ con el electrodoméstico-refrigerador se realizan en el entorno real donde se llevará a cabo el monitoreo de voltaje. Utilizando el prototipo creado de manera portátil para medir voltaje en diferentes ubicaciones y condiciones climáticas.

Los datos recopilados durante el monitoreo se analizan utilizando herramientas estadísticas para identificar patrones y tendencias en el comportamiento del voltaje. Donde se utilizan técnicas de análisis de serie de tiempo, análisis de correlación, análisis de regresión para determinar las causas de las desviaciones de voltaje.

El sistema de monitoreo de voltaje se lo realizó con la revisión de estudios previos relacionados con el tema, para identificar las mejores prácticas y tecnologías más efectivas. La revisión de literatura también ayudó a identificar las limitaciones de las técnicas existente en las áreas en las que se requiere más investigación.

5.3.1.1 Estudios de caso

Este será empleado para realizar un análisis exhaustivo de las aplicaciones informáticas utilizadas para programar monitoreos de voltaje, así como para examinar situaciones y casos similares que sirvan de apoyo en el desarrollo de la solución propuesta.

5.3.1.2 Experimentación

Será responsable de estudiar y analizar el impacto del monitoreo de voltaje que tendrá la aplicación web en el entorno establecido. Esto dependerá de las variables de estudio que determinarán la capacidad tecnológica de la aplicación.

5.3.2 Recursos técnicos

5.3.2.1 Revisión bibliográfica

La herramienta se utilizará con el propósito de recolectar información relevante para el trabajo y fundamentar la base teórica de la investigación, a través de la consulta de diversas fuentes confiables, como libros, revistas indexadas, artículos científicos, bases de datos científicas, entre otros.

5.3.2.2 Revisión de literatura:

Nos permitirá contextualizar el estudio y fundamentar el trabajo con información previa existente, lo que ayudará a asegurar la validez y relevancia de los resultados obtenidos.

5.3.2.3 Conversatorio

Nos será útil para recopilar información y opiniones de los involucrados sobre el monitoreo de voltaje, lo que ayudaría a tener una comprensión más completa del tema y a mejorar la calidad del Prototipo.

Para el análisis de los datos cuantitativos de tipo numérico:

5.3.2.4 Visualización gráfica

Mediante histogramas, tablas dinámicas, de barras, líneas, etc.

5.3.2.5 Media aritmética

Entre valores de voltaje registrados

5.3.2.6 Moda

El valor de lectura de voltaje que más se repite

5.3.2.7 Máximo

Valores máximos de lecturas registradas en el aplicativo web

5.3.2.8 Mínimo

Valores mínimos de lecturas registrados en el aplicativo web

5.3.3 Metodología de desarrollo de software

Tras las particularidades que diferentes autores nos exponen, las metodologías utilizadas en todos los casos presentados tienen como objetivo formar un modelo funcional, que cumpla con las exigencias definidas en el TT, con el fin de facilitar software y hardware personalizados dentro del plazo establecido. Todas las metodologías comparten la capacidad de responder eficazmente a los problemas y errores que surgen durante el desarrollo del proyecto.

Dentro de la metodología de desarrollo Extreme Programming (XP), se contemplan en 4 fases descritas a continuación:

Planificación: se obtiene la información recabada con un conversatorio realizado con la propietaria del local (el cliente), Ing. Lorena Fernández, obteniendo los resultados de especificación de requerimientos.

Diseño: se utilizó el modelo arquitectónico de 6 capas (ver Fig. 12).

Codificación: se desarrolló las interfases de usuario necesarias para su posterior proceso de codificación, verificando que se cumpla con los requerimientos establecidos por el cliente.

Pruebas: para comprobar el correcto funcionamiento del sistema web se realizó las respectivas pruebas al software como: pruebas de aceptación, de caja negra, de carga y stress. Véase Anexo 9, Anexo 10, Anexo 11, Anexo 12.

5.4 Participantes

Las personas que participaron en el presente trabajo son:

Galo Fernando Medina Rivera, en calidad de estudiante investigador del TT, llevó a cabo la formulación del problema y la ejecución del recurso informático para cumplir con los tres objetivos establecidos.

Ing. Cristian Ramiro Narváez Guillén, como director de Trabajo de Titulación, guía y revisor del adelanto y desempeño de cada uno de los objetivos planeados hasta su consecutiva culminación.

Ing. Lorena Fernández como propietaria de la despensa “Flor de caña”, con su colaboración se logró obtener los fundamentos esenciales para el desarrollo del sistema por medio de los requerimientos funcionales y no funcionales. Además, siendo partícipe de las pruebas de usabilidad y aceptación de la aplicación web.

5.5 Materiales

Los materiales tanto de hardware como softwares utilizados para el desarrollo del TT se muestran en la Tabla I.

TABLA I
TECNOLOGÍAS DE HARDWARE Y SOFTWARE

Nombre	Descripción
Laptop Dell Inspiron i7	El dispositivo empleado para llevar a cabo las distintas actividades relacionadas con el trabajo de titulación.
Recursos de software	
Visual Studio Code	Editor de código utilizado para el desarrollo del aplicativo web. Con framework ESP-IDF, y extensión de PlataformIO.
Arduino IDE	Herramienta utilizada para ingresar códigos en microcontroladores.
Lucidchart	Herramienta para edición de gráficos dinámicos.
Fritzing	Herramienta para diagramas y simulación de dispositivos electrónicos.
Mendeley	Gestor bibliográfico utilizado para organizar y almacenar la búsqueda de la información como artículos científicos, revistas y libros.
Tecnologías	
ESP-IDF	Framework utilizado para creación de la aplicación web utilizando como lenguaje de programación C++.
Firebase	Base de datos NoSQL utilizada para alojar la información.
C++	Lenguaje de programación utilizado en el microcontrolador y desarrollo de aplicación web.
Node js	Herramienta utilizada para creación de aplicación web Firebase.
PlataformIO	Herramienta editora profesional y de código abierto, que permite el desarrollo de código para microcontroladores.
Html	Herramienta para interpretar y mostrar contenido web a los usuarios.
Java script	Tecnología para crear contenidos interactivo y dinámico en la web, interacción con APIs, manipulación del DOM (Document Object Model).
CSS	Tecnología utilizada para describir cómo se presenta el contenido de la página web.

6. Resultados

Objetivo 01: Ensamblaje del voltímetro con dispositivos, sensores y componentes electrónicos, para recolección de valores de voltaje.

Es esencial tener una comprensión de los términos relacionados con el proyecto y considerar los criterios de varios autores antes de comenzar el proceso de ensamblaje del prototipo.

Los trabajos relacionados encontrados en: IEEE Xplore Digital Library, Google Academic, según la bibliografía revisada, en Ecuador y en Loja, se han realizado proyectos de IoT con el ESP32, sensor de Voltaje y pantalla oled, con mediciones de más parámetros de Energía incluyendo la corriente eléctrica, los cuales pueden calcular, comparar y definir la eficiencia energética. De igual manera en otros países de América y Europa han desarrollado proyectos similares, que monitorean factores ambientales y energéticos; permitiendo una comprensión más clara del objetivo uso y concepto de un prototipo de monitoreo de Voltaje. En los casos presentados, se ha visto que se trata de un objeto electrónico que funciona mediante el control por internet y que se utiliza para supervisar, controlar e interactuar con las variables de Energía. Véase Anexo 2.

El presente trabajo de titulación cuenta con requisitos y necesidades, entre ellos: dispositivo de control, sensores que permitan medir señales eléctricas como el voltaje, protocolos de comunicación, interfaz de usuario, base de datos, además una pantalla que permita observar el valor medido en el sitio de instalación del prototipo, obteniendo información en tiempo real con marcas de tiempo y contrastando si existe fluctuaciones en el sistema eléctrico. Véase Anexo 2.

Una de las características del prototipo es la escalabilidad, por lo que se puede seguir aumentando sensores de corriente o de energía, según la necesidad.

6.1 Elemento Microcontrolador

Entre la vasta diversidad de microcontroladores, se realizó un estudio bibliográfico lo que permitió recabar información, adquiriendo como resultado la elaboración de la Tabla II, donde se detalla la comparativa de placas base de microcontrolador ESP32, que son utilizadas para crear proyectos mediante el uso de internet. Entre las principales ventajas se encuentra la

interfaz y desarrollo de manera gratuita a nivel de hardware y software; con lo que, se puede parametrizar los GPIO (pines) con una conexión a internet.

La placa de desarrollo Esp-wroom-32 DevKit cumple con los requisitos de ensamblaje del prototipo, tanto en memoria, entradas analógicas para los sensores, con interfaz de comunicación Wi-Fi, tamaño reducido y un procesador potente para cargar a término la aplicación, y a un precio aplicable a la necesidad. Siendo ideal para el prototipo.

TABLA II
COMPARATIVA DEL MÓDULO Y PLACAS FAMILIA ESP32.

Placa	Descripción	Core	Memoria flash	Interfaz	Referencia
Esp8266	Modulo con I/O expuesto 2, E/S.	Single-core	1 MB	LEDs	[26]
Esp-wroom-32 DevKit	Placa de desarrollo con pines de conexión expuestos I/O30, E/S, USB.	Dual core	4 MB	Buttons, LEDs	[27]
ESP-WROVER	pantalla LCD y micro SD los pines de I/O separado para fácil extensión I/O48, E/S, USB, JTAG, camera, UART, SPI, micro SD.	Dual core	4 MB + 8MB PSRAM	Lcd screen, buttons	Tabla XXX
ESP32-PICO-KIT V4.1	Placa con mínimo número de componentes, E/S, USB.	Dual core	4 MB	Buttons, LEDs	
ESP32-LyraT	Placa de reconocimiento de voz I/O48, microSD, Audio, output, usb, speaker.	Dual core	4MB+4MB PSRAM	buttons, keys,LED	

Cabe mencionar que las placas de desarrollo soportan el estándar 802.11n, interfaz de usuarios, y demás características únicas del módulo Esp32.

6.2 Sensor de voltaje

TABLA III
COMPARATIVA DE SENSORES DE TENSIÓN.

Sensor	Descripción	VDC	Voltaje de entrada	Energía (w)	Referencia
ZMPT101B	Sensor VoltajeAC	3.3 – 5V	250VAC máx.	0.20	[28]
PZEM004T	Sensor VoltajeAC	5 – 30V	250VAC máx.	0.24	[29]

De acuerdo a la Tabla III, se indica un sensor de Voltaje ZMPT101B, que trabaja con un voltaje máximo de 250V CA, y de entrada 3.3V a 5V DC, devolviendo una señal de tensión adaptada al microcontrolador, características que demuestran lo perfecto para ser utilizado en la toma de lecturas de voltaje del electrodoméstico.

6.3 Pantalla

TABLA IV
COMPARATIVA DE PANTALLA

Pantalla	Descripción	Resolución (píxeles)	Interfaz	Consumo energía (w)
Oled	Muestra gráficos	128*64	I2C	0.08
Lcd	Caracteres LCD	1carácter 5x8	(ST7066 IC)	0.125

En la Tabla IV se presenta las comparaciones de las pantallas [30] se opta por utilizar la pantalla oled, ya que consta con las características de tamaño y bajo consumo de energía. Óptima para visualizar el resultado de lecturas del prototipo.

6.4 Hardware a utilizarse

Luego de recolectar la información necesaria de los dispositivos a utilizarse, que se adaptan a las necesidades del TT y en base a la comparativa de las Tablas: II (módulo ESP32), III (sensores de tensión) y IV (pantallas); para nuestro escenario experimental, se selecciona sensores y componentes electrónicos, con el propósito de registrar las variaciones de voltaje y marcas de tiempo. Como lo muestra la Tabla V.

TABLA V
LISTADO DE HARDWARE NECESARIO

Equipo	Descripción	Figura
Esp-wroom-32 DevKit	Este microcontrolador, es la médula del sistema donde se va a instalar el sensor de Voltaje y la pantalla ole, además controla la aplicación, encargada de recibir y enviar datos [27].	
Sensor de tensión ZMPT101B	Permite medir tensión alterna, en los tomacorrientes, donde se instala el electrodoméstico-refrigerador. El módulo ZMPT101B reduce el Voltaje de entrada de 120V de corriente alterna a un Voltaje de corriente continua de 0-5V, permitiendo así ser leído por el microcontrolador en el Esp-wroom-32 DevKit, es pequeño y de fácil instalación [29]. Además, el precio es accesible.	
Pantalla Oled	El display a utilizar es de 0.96" I2C. Su controlador es el SSD1306. Donde se mostrará los valores medidos por el sensor, también la IP obtenida por el módulo Wi-Fi, siendo pequeño, de bajo consumo energético y costo [30].	
Adaptador de Voltaje	El dispositivo servirá para alimentar la placa ESP32 con 5V, así como el sensor y la pantalla oled.	

6.5 Listado de componentes electrónicos

En la Tabla VI se genera una lista de los componentes electrónicos a adquirir, para la construcción del prototipo.

TABLA VI
LISTADO DE COMPONENTES ELECTRÓNICOS ADQUIRIDOS.

#	Detalle	Cantidad	Precio (\$)
1	Esp-wroom-32 DevKit	1	14.99
2	Sensor de tensión ZMPT101B	1	7.99
3	Pantalla Oled de 0,96" I2C	1	10.08
4	Cargador 12V 4 AMP	1	9.99
5	Cables Jumper	7	0.56
		Total	43.61

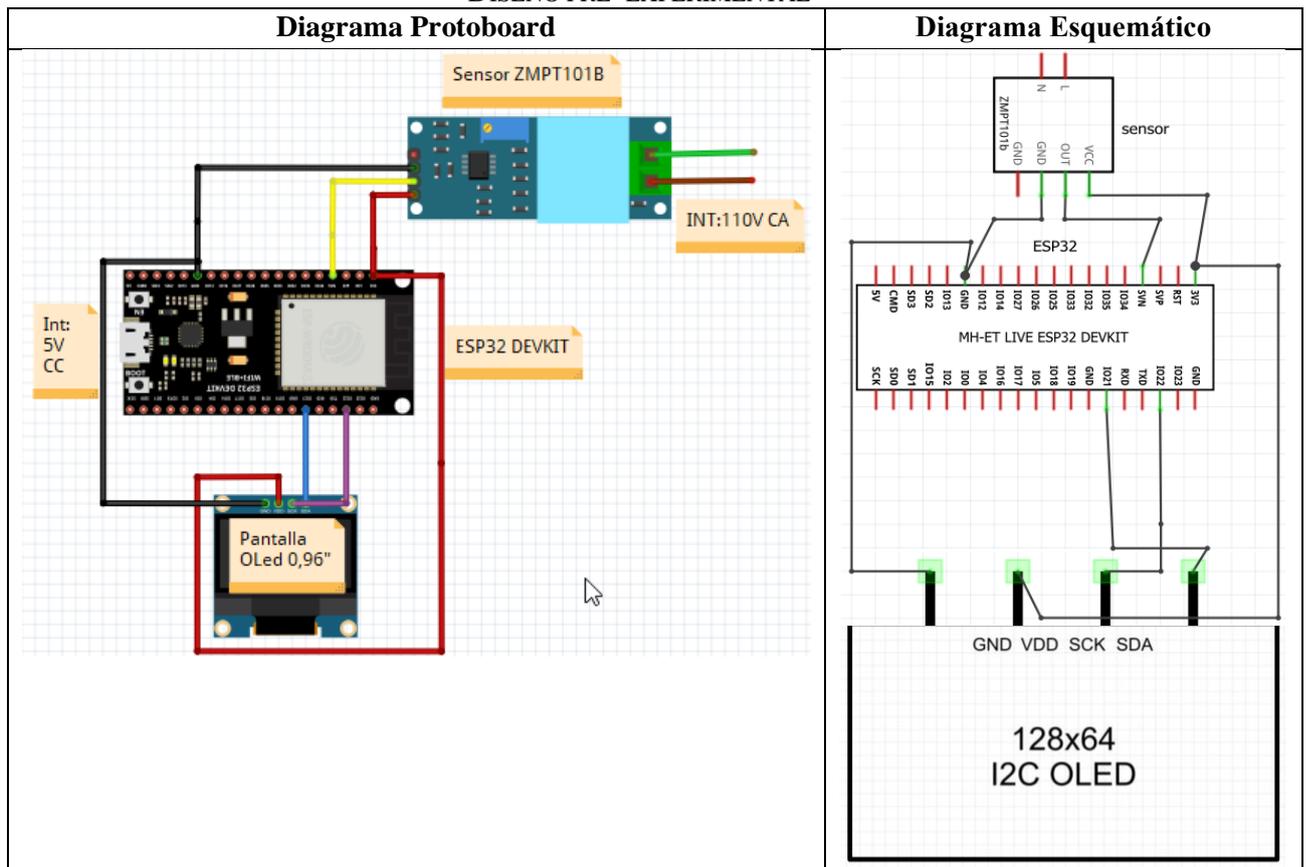
Una vez adquirido los dispositivos y componentes electrónicos necesarios para el prototipo, Véase Factura en Anexo 14, se procede con la fase del diseño preexperimental.

6.6 Diseño preexperimental

La primera fase implica la creación de diagramas protoboard y esquemático desarrollado por medio de la herramienta de diseño y simulación Fritzing³, la Tabla VII se describe detalladamente cada uno de los pines de conexión para tener mejor comprensión del funcionamiento de los componentes, respetando las entradas y salidas tanto de señal como de alimentación.

³ <https://fritzing.org/>

TABLA VII
DISEÑO PRE-EXPERIMENTAL



Una vez finalizada la primera fase, se procede a ensamblar el prototipo completo con todos los componentes electrónicos en la segunda fase.

La Fig. 8 muestra la Fase 02, consta del circuito de prototipo físico armado completamente, donde se instala los dispositivos electrónicos seleccionados para la obtención de datos de Voltaje. Se realizó tareas de organización, validación, calibración, pruebas de funcionamiento del microcontrolador, sensor y pantalla. Estos incluyen la utilización de Arduino IDE, la conexión de los puertos a la computadora con los controladores correspondientes, el uso de la herramienta Serial Plotter para observar la forma de la onda senoidal y calibrarla con el potenciómetro del sensor de voltaje, para evitar picos altos y bajos, finalizando con la observación en tiempo real de los valores de voltaje en la pantalla OLED. Después de completar estos pasos, se obtuvo medidas de funcionamiento mediante la manipulación de códigos de prueba.

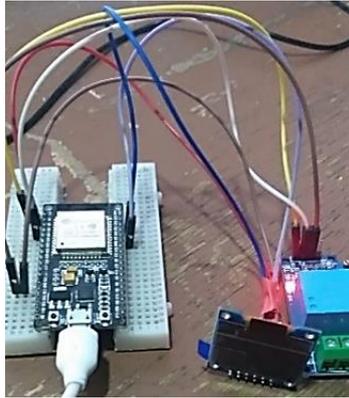


Fig. 8. Prototipo Físico

6.7 Pruebas de funcionamiento y calibración.

Para las pruebas iniciales del prototipo energizado por primera vez, se ejecutó los pasos de la Fig. 9, en el cual se enmarcan los caminos para el funcionamiento y calibración de los componentes electrónicos.



Fig. 9. Calibración analógica

La calibración analógica se inicia con el sketch nuevo de Arduino IDE. Mediante la instalación de drivers y asignación de comunicación (Puerto COM), y luego de compilar los códigos para pruebas (ver Tabla XXXIV Códigos de prueba de funcionamiento), evidenciado la onda senoidal en un gráfico del serial plóter de Arduino IDE, como se muestra en la Fig. 10; representativa del sensor ZMPT101B. Así como también, observar una demostración de funcionamiento de la pantalla oled utilizando la comunicación I2C. Véase Anexo 3.

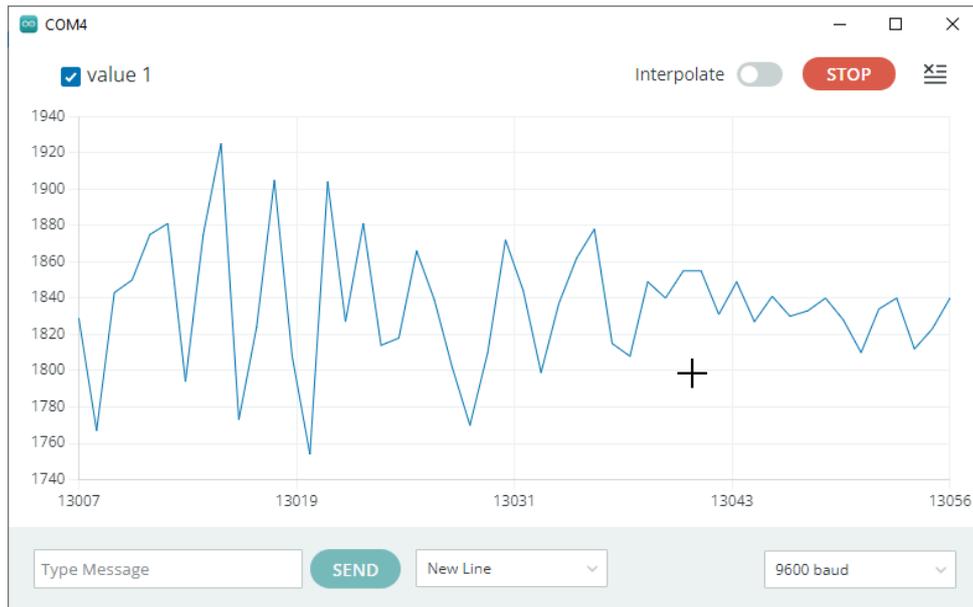


Fig. 10. Onda senoidal en Serial Plóter de Arduino IDE

El estado inicial de la calibración mostró las lecturas de la Tabla VIII:

TABLA VIII
DATOS DE MEDIDAS REALIZADAS

Voltaje alimentación (V)	Valor sin carga (110V)	Valor (a 9600 Baudios)		Nota
		Max.	Min.	
0	0	0	0	Valor obtenido sin instalar el sensor al pin 34 del ESP32.
0	0	1860	1775	Valor obtenido conectado al pin 34 del ESP32.
3,3	0	1855	1650	Los valores calibrados, se aproximan al desplazamiento (1,65V a 3,3V).

Objetivo 02: Diseño de aplicación web con framework para la gestión de monitoreo de voltaje.

Para llevar a cabo auditorías energéticas [31], se requiere la instalación de dispositivos de medición y registradores de datos para supervisar el consumo de energía en cada parte del sistema. La tecnología de Internet de las cosas (IoT) está siendo utilizada para integrar la medición y el registro de datos, lo que facilita la recolección, seguimiento y análisis de la información. Con el objetivo de monitorear las variaciones de voltaje en tiempo real a bajo costo, se llevó a cabo una investigación que, diseñó e implementó un prototipo con aplicación web que emplea IoT. Este sistema incluye un microcontrolador que se comunica a través de una red Wi-Fi tipo ESP32 Devkit V1, un sensor de voltaje ZMPT101B y una pantalla oled de 0.96". Los resultados indicaron que, el sistema de monitoreo de voltaje desarrollado es capaz de registrar con éxito las lecturas de voltaje y marcas de tiempo enviadas por el prototipo. Además, el sistema de monitoreo permite adquirir el voltaje y marcas de tiempo de manera rápida, en un período de 3 segundos utilizando mínima cantidad de energía.

6.8 Consolidación de tecnologías

Con el fin de diseñar una página web para gestionar el monitoreo de voltaje con el ESP32, es fundamental conocer sus lecturas conectando el prototipo junto al electrodoméstico-refrigerador. Disponer de esta información puede llevar a la toma de medidas preventivas tanto en mantenimiento como en el consumo energético y la buena gestión de recursos.

El cumplir con requisitos de escalabilidad, flexibilidad, eficiencia y seguridad, aseguran el desarrollo de proyectos [32, Fig. 11]. La sistematización de la información y los componentes electrónicos, abordan una arquitectura de 6 capas que se encarga del proceso de monitoreo, como se ilustra en la Fig. 11.



Fig. 11. Arquitectura IoT

En la siguiente Fig. 12 se muestra la arquitectura de software:

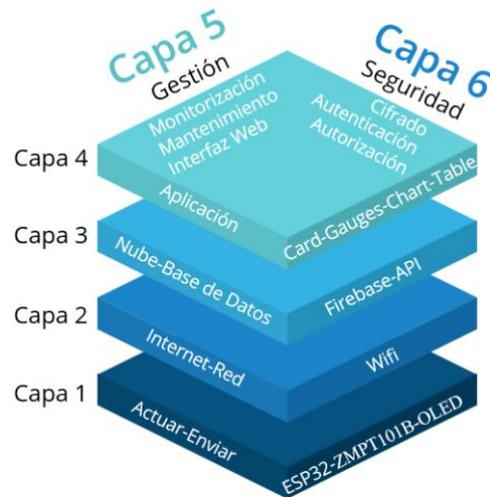


Fig. 12. Modelo Arquitectura de 6 Capas

En esta sección se identifica los escenarios que detallan la participación entre los actores y la aplicación web, vista de elementos del modelado de la arquitectura. Véase Anexo 6, y Tabla IX.

TABLA IX
ELEMENTOS DE MODELADO

Elemento modelado	Descripción
Casos de uso	Incluye una descripción escrita de todas las posibles formas en que los actores previstos podrían interactuar con el software o el sistema.
Diagramas de clase	Se refiere a las características y servicios que ofrece a los usuarios.
Modelo relacional	Representa las funcionalidades y el servicio que proporciona a los usuarios.
Modelo conceptual	Se refiere a las características y servicios que ofrece a los usuarios.
Diagrama de despliegue	Visualiza los elementos físicos que componen el sistema.
Diagrama de componentes	Proporciona una representación detallada de cómo están organizados los componentes del sistema.

6.8.1 Diagrama de casos de uso:

A continuación, se modelan 2 actores, cada uno cumplirá un rol diferente en el sistema y para poder hacer uso del mismo tendrá que estar registrado y autenticado. Véase Fig. 13

Administrador: gestiona usuarios, reglas, registros, visualización, descargas.

Cliente: gestiona registros, visualización.

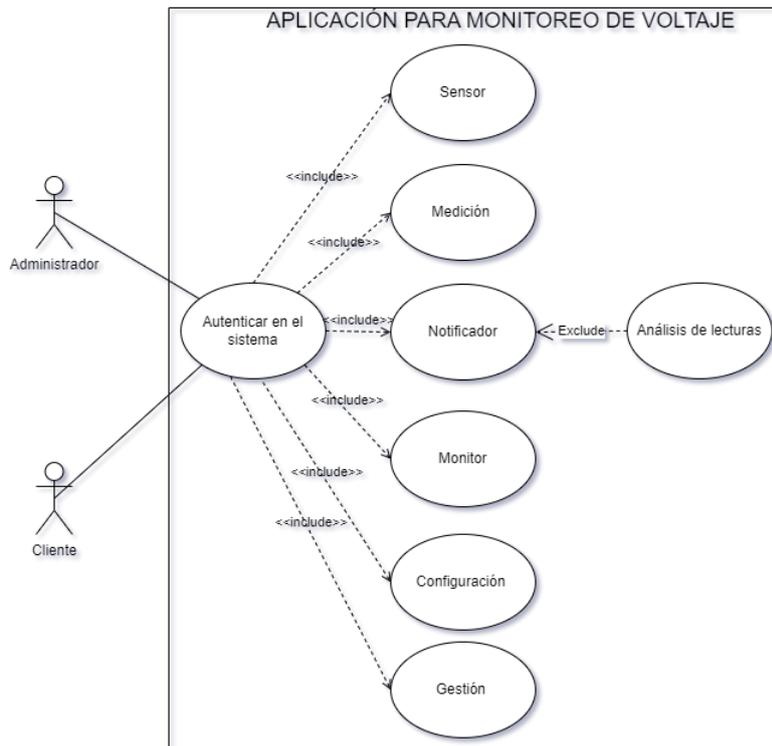


Fig. 13. Diagrama de casos de uso

6.8.2 Modelo conceptual

De forma simplificada se representa los elementos fundamentales, relaciones e ideas que conforman el sistema o proceso en cuestión. Con la finalidad de ayudar a comprender mejor el sistema y a identificar patrones, relaciones y tendencias que son de utilidad para la toma de decisiones. En la Fig. 14 se detalla dicho modelo.

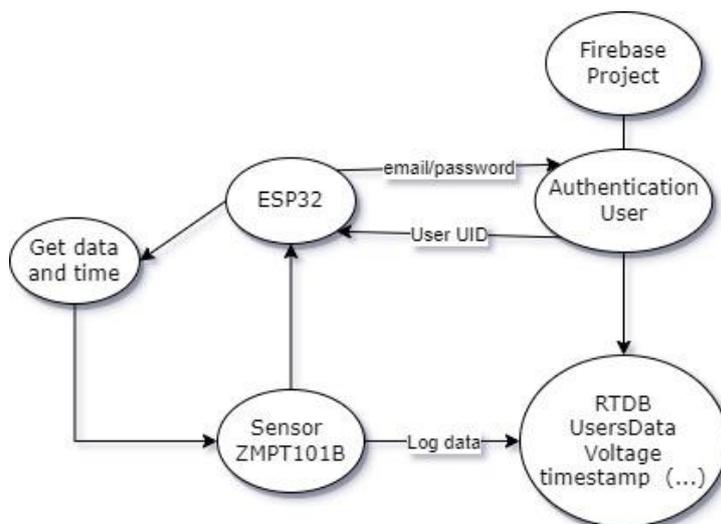


Fig. 14. Modelo conceptual

6.8.3 Diagrama de clases

Para una mejor comprensión de la estructura de la aplicación se utiliza UML como herramienta de interpretación. En la siguiente Fig. 15 se muestran las relaciones principales entre las clases, atributos y operaciones.

En un sistema de monitoreo de voltaje, se podrían identificar las siguientes clases:

La clase **Administrador** es la principal, ya que determina si tiene relación con el cliente y el sistema, también define si los clientes pueden tener uno o varios accesos a la información.

Sensor: una clase que representa el sensor utilizado para medir el voltaje.

Medición: una clase que representa los datos de medición del voltaje obtenidos por el sensor.

Monitor: una clase que recibe las mediciones del sensor y las procesa para su posterior visualización y/o almacenamiento.

Notificador: una clase que se encarga de notificar a los usuarios del sistema (ya sea mediante gráficos, medidores o tablas) cuando se detecta la lectura de voltaje.

Configuración: una clase que permite al usuario configurar los parámetros del sistema de monitoreo, como los límites de voltaje, Wi-Fi, UID, Voltaje de referencia, Escala ADC, etc.

Gestión: se encarga de manipular los archivos en diferentes formatos, para futuros análisis.

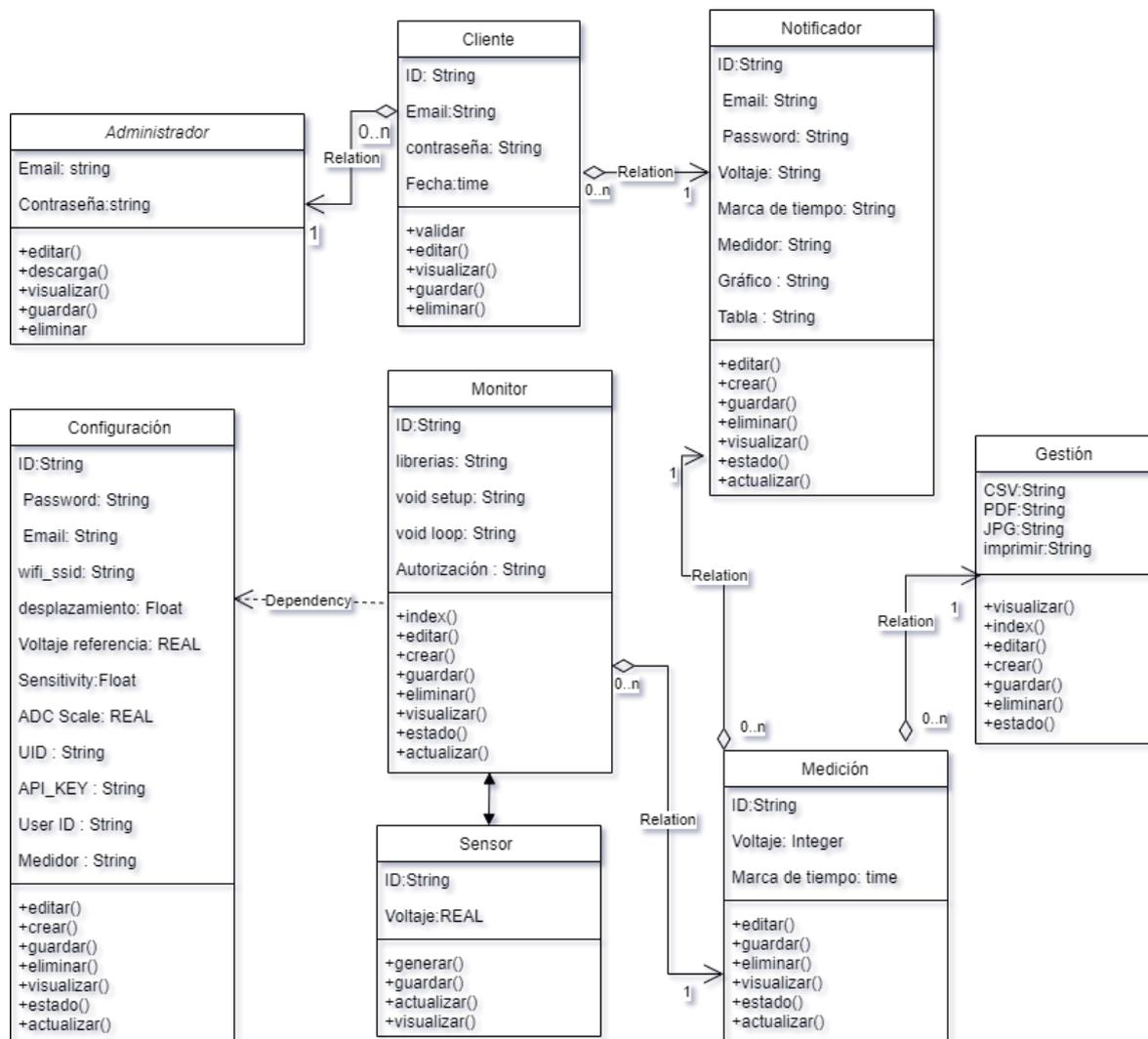


Fig. 15. Diagrama de clases

6.8.4 Vista de despliegue

En la Fig. 16 se demuestra la organización de los diferentes componentes del sistema de monitoreo se describe en dos partes principales:

En la primera parte, el **Servidor de Aplicaciones**, se encuentra el back-end que contiene la lógica del negocio y está diseñado con rutas y métodos que interactúan con la base de datos NoSQL. Cada dirección está vinculada a un controlador y reconoce las solicitudes realizadas por los clientes a través del protocolo HTTP.

En la segunda parte, el **Cliente del Navegador Web**, se encuentra la aplicación web desarrollada con el framework Expressif IoT Development, donde se establecen solicitudes mediante el protocolo HTTP. La aplicación web está encaminada a la lectura de voltajes en

tiempo real, visualizando las marcas de tiempo y valores medidos por el sensor en: card, medidor, gráfico y tablas.

Se ejecutan consultas a la base de datos mediante solicitudes DOM, que es un Modelo en Objetos para la representación de documentos.

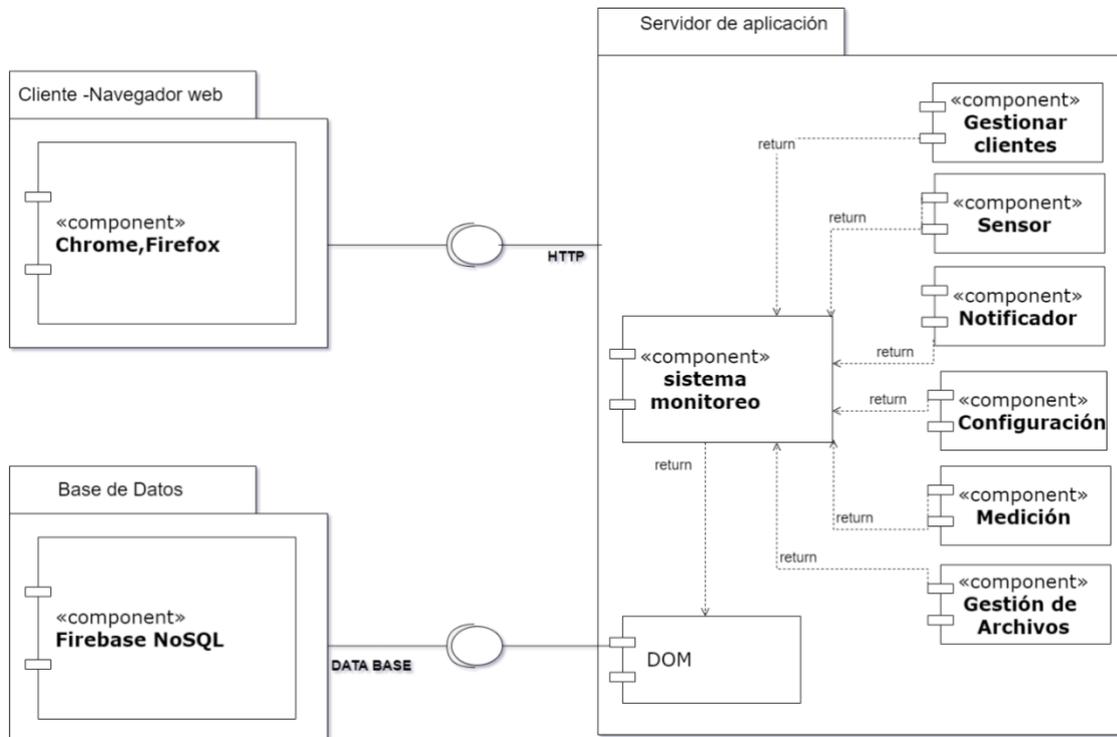


Fig. 16. Vista de despliegue

6.8.5 Vista Física

En la Fig. 17 se describe el diseño de implementación que muestra la estructura de Cliente/Servidor en un diagrama de despliegue. Los navegadores web actúan como los clientes, que establecen la comunicación con el servidor. Este servicio interactúa con la base de datos para procesar la información.

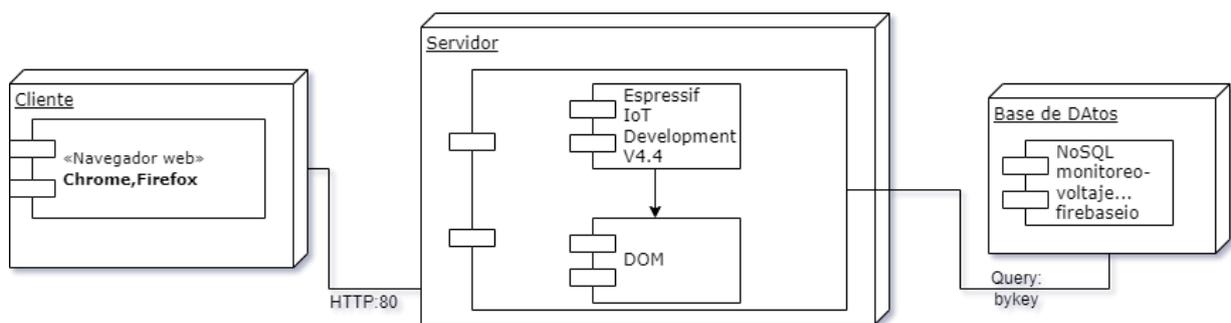


Fig. 17. Vista física

La metodología XP se orienta en entregar versiones del producto que sean operativas, aunque no cuenten con todas las funcionalidades requeridas por el cliente, tomando en cuenta al interesado como parte del equipo para llegar al éxito y finalización del proyecto.

Los estudios orientados al desarrollo de un prototipo de monitoreo de variaciones de voltaje, mediante metodologías ágiles como la XP [33]; utilizando sensores, internet, pantallas; permiten automatizar y desarrollar software para la visualización del cambio de valores de voltaje en tiempo real con marcas de tiempo [34].

Cabe recalcar, luego de realizar la exploración acerca del uso de metodologías de desarrollo de software [35], se dividió autores trabajando con metodologías [36] que dan solución a problemas específicos trazados; como [37], que crean en su trabajo un prototipo para la medición de magnitudes físicas, aplicando la gestión de proyectos AGILES. Misma que tiene la cabida de transformar el producto a lo extenso del proyecto, mejorando el producto final, consiguiendo las perspectivas del usuario [38]. Utilizando la metodología descrita previamente, lograron demostrar un modelo basado en IoT que adopta hardware y software accesible y de bajo costo.

Para la ejecución de la metodología, basada a la bibliografía se contempla 4 fases detallada en la Fig. 18 que darán el mejor resultado al desarrollo de la aplicación web:



Fig. 18. Metodología XP

El objetivo de la aplicación web del prototipo de monitoreo de voltaje, es aplicar teorías y conceptos generales para explicar situaciones específicas en el sector de Ingeniería de Software. Además, se pretende utilizar una base de datos NoSQL que almacena y muestra valores en

tiempo real, proporcionando antecedentes de crónicas al usuario para la toma de decisiones eficientes en cuanto al mantenimiento y gestión de recursos.

El resultado de las tareas del proyecto permite identificar los mecanismos y datos necesarios para determinar el correcto funcionamiento del prototipo, lo que demuestra su funcionamiento técnico adecuado. Además, se proporcionan ejemplos elementales para valorarlo mediante pruebas prácticas.

6.9 Metodología XP

En esta sección se incluye una evaluación exhaustiva del logro del objetivo, para lo cual se implementó la metodología de desarrollo Extreme Programming (XP). Misma que permitió desarrollar el aplicativo web de forma ágil y adaptable, garantizando la funcionalidad y calidad del software en todo momento.

6.10 Fase 01: Planificación

Luego de haber realizado un conversatorio con el cliente, se logró recolectar información para poder realizar los requerimientos funcionales y no funcionales.

6.10.1 Roles

En la Tabla X se detalla el equipo encargado del desarrollo e implementación de la aplicación web.

TABLA X
EQUIPO DE TRABAJO

Rol	Persona
Programador	Galo Fernando Medina Rivera
Cliente	Ing. Lorena Fernández
Encargado de pruebas	Galo Fernando Medina Rivera
Entrenador	Ing. Cristian Ramiro Narváez Guillén
Gestor	Galo Fernando Medina Rivera

Inicialmente, se procedió a reconocer a los individuos que están directamente involucrados en la utilización de la aplicación informática, entre los cuales cada uno desempeña una tarea específica. Los detalles de estas funciones se encuentran descritos en las Tablas: XI (Usuario Cliente) y XII (Usuario Administrador).

TABLA XI
USUARIO CLIENTE

Tipo de usuario	Cliente
Formación	Ing. Comercial
Habilidades	Utilización de sistemas web
Actividades	<ul style="list-style-type: none"> - Gestión de manipulación de Información. - Gestión de almacenamiento de la información. - Gestión de registros de lecturas.

TABLA XII
USUARIO ADMINISTRADOR

Tipo de usuario	Administrador
Formación	Ing. Sistemas
Habilidades	Administrar el sistema
Actividades	<ul style="list-style-type: none"> - Gestión de usuarios. - Gestión de reglas de seguridad. - Ingreso de equipos de monitoreo. - Activar equipo. - Dar de baja equipo de monitoreo.

Los requerimientos del sistema se basan en la comunicación existente entre el cliente y el investigador de TT, los cuales fueron aprobados por la propietaria de la despensa “Flor de caña” véase Anexo 11.

6.10.2 Requerimientos funcionales:

En la Tabla XIII se observan los requerimientos funcionales.

TABLA XIII
REQUERIMIENTOS FUNCIONALES

Número de requisito	Nombre de requisito
RF001	Autenticar usuario
RF002	Registrar Usuario
RF003	Visualizar usuario
RF004	Restricción de lecturas
RF005	Registrar marcas de tiempo
RF006	Registrar lecturas de voltaje
RF007	Visualizar en card lecturas
RF008	Visualizar en Medidor de lecturas
RF009	Visualizar en Gráfico las lecturas
RF010	Visualizar Leer cantidad de lecturas
RF011	Visualizar Tabla de lecturas
RF012	Observar secuencia de lecturas
RF013	Ocultar tabla
RF014	Borrar todos los valores de la base de datos
RF015	Habilitar – deshabilitar visualización
RF016	Gestión de descarga en CSV -PDF-Imprimir-JPG

6.10.3 Requerimientos no funcionales

Se describen en la Tabla XIV los requerimientos no funcionales:

TABLA XIV
REQUERIMIENTOS NO FUNCIONALES

<i>Requisito</i>	<i>Descripción</i>
Rendimiento	Se espera que la aplicación web sea de fácil acceso y que las consultas o peticiones al servicio web no afecten significativamente el rendimiento del sistema.
Seguridad	Se proporcionará el acceso a la información de los valores de lecturas de acuerdo a las reglas de seguridad de la base de datos. El ingreso hacia las funcionalidades del sistema se lo controlará por medio de Firebase, denegando cualquier servicio no autorizado.
Fiabilidad	El sistema debe tener una interfaz sencilla y amigable al usuario.
Disponibilidad	La disponibilidad del aplicativo web debe ser continua para los usuarios los 365 días del año.
Portabilidad	La aplicación web se podrá utilizar en navegadores como Chrome y Mozilla.

6.11 Fase 02: Diseño

Según la metodología XP, para lograr un análisis y diseño de software efectivo, es esencial que el desarrollador comprenda con precisión las necesidades del cliente. Para ello, se emplean elementos como historias de usuario y tarjetas CRC, que detallan la funcionalidad que se espera del sistema.

6.11.1 Historias de usuario

La gestión eficiente de los requisitos del usuario puede lograrse de manera efectiva mediante el uso de historias de usuario, detalladas en las Tablas: XV (Historia de Usuario #1), XVI (Historia de Usuario #2), XVII (Historia de Usuario #3), XVIII (Historia de Usuario #4) y XIX (Historia de Usuario #5).

TABLA XV
HISTORIA DE USUARIO #1

Historia de Usuario	
Número: 001	Usuario: Administrador
Nombre historia: Autenticar usuario	
Prioridad: (Alta / Media / Baja)	Riesgo en desarrollo: (Alta / Media / Baja)
Programador responsable: Galo Medina	Iteración asignada: 1
Descripción: Los usuarios se identificarán a través de un formulario en donde se le solicitará que ingrese su correo electrónico y su contraseña.	
Criterio de aceptación: CONFIRMADO con el cliente	
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Mostrar un formulario de inicio de sesión. ✓ Autenticar que el correo y contraseña ingresados sean válidos. ✓ Mostrar un mensaje de usuario o contraseña incorrectos cuando no exista en la base de datos. 	

TABLA XVI
HISTORIA DE USUARIO #2

Historia de Usuario	
Número: 002	Usuario: Administrador
Nombre historia: Registrar usuario	
Prioridad: (Alta / Media / Baja)	Riesgo en desarrollo: (Alta / Media / Baja)
Programador responsable: Galo Medina	Iteración asignada: 1
Descripción: El administrador podrá gestionar sus usuarios (crear, eliminar, visualizar).	
Criterio de aceptación: CONFIRMADO con el cliente	
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Acceder a la opción usuarios del menú de configuración en los métodos de autenticación de Firebase. ✓ Visualizar los usuarios creados en la tabla o realizar proceso de búsqueda manualmente con el nombre o correo electrónico. ✓ Registrar el usuario no se encuentra almacenado en el sistema mediante la opción de ingresar usuario nuevo. ✓ Editar un usuario validando su correo electrónico. ✓ Observar los clientes en una tabla creada por Firebase con datos como: correo contraseña, fecha. 	

TABLA XVII
HISTORIA DE USUARIO #3

Historia de Usuario	
Número: 003	Usuario: Sistema
Nombre historia: Gestión de lecturas registradas	
Prioridad: (Alta / Media / Baja)	Riesgo en desarrollo: (Alta / Media / Baja)
Programador responsable: Galo Medina	Iteración asignada: 1
descripción: El sistema puede guardar en tiempo real la fecha, hora, lectura de voltaje y reglas de seguridad para que mediante la aplicación web pueda ser observado por el cliente.	
Criterio de aceptación: CONFIRMADO con el cliente	
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Acceder a la configuración del microcontrolador e ingresar el código de obtención de tiempo mediante un servidor gratuito de tiempo, esto se lo realiza una sola vez. ✓ Visualizar las marcas de tiempo y lecturas de voltaje, en card, medidor, gráficos, tablas en aplicación web. ✓ Acceder a la configuración del microcontrolador e ingresar el código de obtención de lecturas de voltaje mediante un sensor, esto se lo realiza una sola vez. ✓ Acceder a la opción de Realtime Database seleccionar reglas. ✓ Ingresar los métodos de lectura y escritura de los datos que el usuario puede ver. 	

TABLA XVIII
HISTORIA DE USUARIO #4

Historia de Usuario	
Número: 004	Usuario: Sistema
Nombre historia: Gestión de visualización	
Prioridad: (Alta / Media / Baja)	Riesgo en desarrollo: (Alta / Media / Baja)
Programador responsable: Galo Medina	Iteración asignada: 1
Descripción: El cliente puede observar mediante: card, medidor, gráfico, tabla, en tiempo real, las lecturas de voltaje y marca de tiempo.	
Criterio de aceptación: CONFIRMADO con el cliente	
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Acceder a la configuración del microcontrolador e ingresar el código de obtención de lecturas de voltaje mediante un sensor, esto se lo realiza una sola vez. ✓ Observar el nombre de usuario conectado. ✓ Observar la fecha y hora de la última actualización registrada. ✓ Visualizar las lecturas de voltaje en card, medidor, gráficos, tablas en aplicación web. 	

- ✓ Visualizar las opciones de selección chec box para card, medidor, gráficos, seleccionada por defecto card y medidor, quedando opcional marcar Gráficos.
- ✓ Visualizar que se muestren los casilleros de chec box habilitados y deshabilitados.
- ✓ Visualizar en card el nombre de voltaje y el valor en números con su magnitud de medida.
- ✓ Visualizar las lecturas de voltaje en medidor de forma de reloj.
- ✓ Observar cuando se mueve una pluma al ingresar una nueva lectura de voltaje en tiempo real.
- ✓ Observar el casillero de ingresar el número de lecturas que desee observar en el gráfico en un segmento de 60 puntos en tiempo real, las lecturas de voltaje, fecha y hora. Así como también permite el sistema manipular la información en formato de imagen, pdf, csv, imprimir, las lecturas observadas en el instante que se desee realizar este trabajo.
- ✓ Visualizar las lecturas de voltaje y marcas de tiempo en un gráfico, pasando el mouse por el gráfico se observe los puntos en forma de diamante la lectura de voltaje y la marca de tiempo.
- ✓ Visualizar como el menú donde permite manipular la información en formato de imagen, pdf, csv, imprimir, las lecturas observadas en el instante que se desee realizar este trabajo.
- ✓ Acceder mediante el botón de ver todos los datos a la lectura de marcas de tiempo y voltaje en una tabla.
- ✓ Visualizar las lecturas de voltaje y marcas de tiempo en una tabla.
- ✓ Observar cuando cambian los valores de voltaje, fecha y hora en tiempo real en la tabla, posicionándose la última lectura en el inicio de la tabla.
- ✓ Visualizar las lecturas de voltaje y marcas de tiempo en una tabla guardados en base de datos, realizando la acción de clic en un botón de mostrar más lecturas.
- ✓ Observar mediante una tabla y en tiempo real, la secuencia de todas las lecturas de voltaje, fecha y hora guardadas en la base datos, mediante un botón que muestra los valores registrados.
- ✓ Observar la acción de pulsar el botón de borrar datos, eliminando todos los registros que estén guardados en la base de datos, mostrando un mensaje de advertencia como: está seguro que desea eliminar los valores, antes de descartar por completo los datos.
- ✓ Visualizar la alerta que aparece al realizar la acción de clic en el botón eliminar.
- ✓ Visualizar la acción del botón ocultar tabla, que permite ocultar toda la tabla de registro de datos.
- ✓ Visualizar que no se muestre la tabla.

TABLA XIX
HISTORIA DE USUARIO #5

Historia de Usuario	
Número: 005	Usuario: cliente
Nombre historia: Gestión de reporte	
Prioridad: (Alta / Media / Baja)	Riesgo en desarrollo: (Alta / Media / Baja)
Programador responsable: Galo Medina	Iteración asignada: 1
Descripción: El cliente puede descargar la información de gráfico y tabla en formatos CSV -PDF-Imprimir-JPG.	
Criterio de aceptación: CONFIRMADO con el cliente	
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Acceder a la aplicación web y en la sección de descargas ver los botones de selección el formato a descargar. ✓ Visualizar la acción del botón de CSV, que descarga un archivo en formato CSV. ✓ Visualizar la acción del botón de PDF, que descarga un archivo en formato PDF. ✓ Visualizar que se muestren los archivos de descargas. 	

6.11.2 Estimación de historias de usuario

En la Tabla XX se muestra la estimación de por cada historia de usuario y el módulo que pertenece, tomando en cuenta una semana ideal de trabajo (5 días, 8 horas diarias).

TABLA XX
ESTIMACIÓN DE HISTORIAS DE USUARIO

Prioridad	Modulo	#	Nombre de historia de usuario	Tiempo estimado		
				Semanas	Días	Horas
1	Autenticar usuario	1	Autenticar usuario	0.1	0.5	4
		2	Registrar usuario	0.05	0.25	2
		3	Visualizar usuario	0.0125	0.0625	0.5
2	Registrar usuario	4	Crear, eliminar	0.2	1	8
3	Gestión de lectura registradas	5	Registrar marcas de tiempo	0.4	2	16
		6	Registrar lecturas de voltaje	0.2	1	8
		7	Registrar reglas de seguridad	0.2	1	
4	Gestión de Visualización	8	Visualizar en card marca de tiempo y voltaje	0.4	2	16
		9	Visualizar en medidor el voltaje	0.8	4	32
		10	Visualizar en gráfico marca de tiempo y voltaje	0.8	4	32
		11	Seleccionar la cantidad de lecturas a leer	0.2	1	8
		12	Visualizar en tabla marca de tiempo y voltaje	0.2	1	8
		13	Visualizar en tabla secuencia de lecturas de marca de tiempo y voltaje	0.4	2	16
		14	Ocultar tabla de lecturas registradas	0.2	1	8
		15	Borrar todos los valores de registro de la base de datos	0.2	1	8
5	Gestión reporte	16	Selección en casilla de chek box, visualización de card, medidor, gráfico	0.2	1	8
		17	Descarga en CSV -PDF-Imprimir-JPG	0.4	2	16
Tiempo estimado Total				5.0	24.8	190.5

6.11.3 Tarjetas CRC

En la etapa de diseño de un sistema, la tarjeta CRC se utiliza como una herramienta de trabajo en equipo, que ayuda a los integrantes de desarrollo a entender la estructura y funcionamiento del sistema. Cada tarjeta representa una clase de objetos y está compuesta por tres secciones: Clase, Responsabilidades y Colaboradores. A continuación, se muestran las tarjetas en las Tablas: XXI (Tarjeta CRC Autenticación), XXII (Tarjeta CRC Cliente), XXIII (Tarjeta CRC Gestión de registros), XXIV (Tarjeta CRC Visualización) y XXV (Tarjeta CRC Descargas) correspondientes al desarrollo del aplicativo web.

TABLA XXI
TARJETA CRC AUTENTICACIÓN

Autenticación	
Descripción: Permite el ingreso de los usuarios al sistema, ingresando su correo y contraseña.	
Iniciar sesión	Cliente
Cerrar sesión	Administrador

TABLA XXII
TARJETA CRC CLIENTE

Baneo	
Descripción: Permite el ingreso y visualización del cliente en el sistema.	
Ver usuario Banear usuario	Cliente Administrador

TABLA XXIII
TARJETA CRC GESTIÓN DE REGISTROS

Gestión de Registros	
Descripción: Permite el registro de marcas de tiempo, lecturas de voltaje y reglas de seguridad.	
Registrar lecturas de fecha y hora Registrar lecturas de voltaje Ver lecturas de fecha y hora Ver lecturas de voltaje Crear regla Editar regla Crear permisos Editar permisos Editar contraseñas Ver contraseñas Editar configuración key Ver configuración key	Cliente Administrador

TABLA XXIV
TARJETA CRC VISUALIZACIÓN

Gestión de Visualización	
Descripción: Permite gestionar las lecturas, visualizar marcas de tiempo, voltaje, borrar, en tiempo real y mostrar en card, medidor, gráfico, tablas.	
Registrar lecturas de fecha y hora Registrar lecturas de voltaje Ver lecturas de fecha y hora Ver lecturas de voltaje Borrar lecturas Visualizar la conexión del usuario Visualizar botones de acción Visualizar lecturas en Card Visualizar lecturas en Medidor Visualizar lecturas en gráfico Visualizar lecturas en Tabla	Sistema Administrador Cliente

TABLA XXV
TARJETA CRC DESCARGAS

Gestión de reporte	
Descripción: Permite gestionar el formato de descarga de los datos registrados en la base de datos.	
Descarga CSV Descarga PDF Descarga JPG Imprimir Ver el archivo de descarga CSV Ver el archivo de descarga PDF Ver el archivo de descarga JPG Selección en casilla de chek box	Administrador Cliente

6.12 Fase 03: Codificación

Para el desarrollo de software es imprescindible emplear diversos lenguajes de programación, los cuales permiten la manipulación de datos para su intercambio y transferencia entre los distintos subsistemas. Esto asegura la adaptabilidad y conexión entre los diferentes módulos o elementos que conforman el sistema de monitoreo.

En el ámbito de la programación, se especifica el comportamiento del sistema, se organiza la ejecución de actividades y eventos, y se administra la información, además de crear una interfaz interactiva para el usuario.

El proceso para registrar datos en Firebase Realtime Database a través de ESP32, incluye marcas de tiempo para tener un registro histórico de los datos. Consiste en registrar el voltaje obtenido a través de un sensor ZMPT101B, y se utiliza un servidor NTP para obtener las marcas de tiempo. Una vez registrados los datos, se puede acceder a ellos a través de la consola Firebase o mediante la aplicación web para visualizar los resultados.

ESP-IDF utiliza el compilador GCC (Colección de Compiladores GNU) como base y se apoya en el núcleo FreeRTOS para brindar multitarea, programación en tiempo real y gestión de recursos en los dispositivos.

ESP-IDF utiliza varios motores para realizar diversas funciones, dependiendo de las necesidades de la aplicación específica que se está desarrollando. Uno de ellos es el motor Wi-Fi: ESP-IDF que cuenta con un conjunto de bibliotecas y controladores permitiendo la configuración y el uso de la conexión Wi-Fi en los dispositivos ESP32. También el motor de almacenamiento, que consta de una biblioteca con una capa de abstracción para acceder a diferentes tipos de módulos de almacenamiento, como tarjetas SD, memoria flash, etc. Además, el motor de sensores: que contiene bibliotecas y controladores para permitir y usar diferentes tipos de sensores, como de temperatura, humedad, luz, etc.

6.12.1 Arquitectura del software

Se utilizó el modelo arquitectónico de 6 capas propuesta en la convención científica de ingeniería y arquitectura.

Se presenta una vista global del sistema web de monitoreo de voltaje, la misma que se encuentra desarrollada mediante el framework Espressif IoT Development, utilizando el patrón de diseño

modelo vista controlador (MVC) como se muestra en la Fig. 19, en el frontend se utiliza tecnologías de desarrollo como firebase, plotly, highcharts, Font awesome, favicom. Para la gestión de base de datos se utiliza NoSQL Firebase.

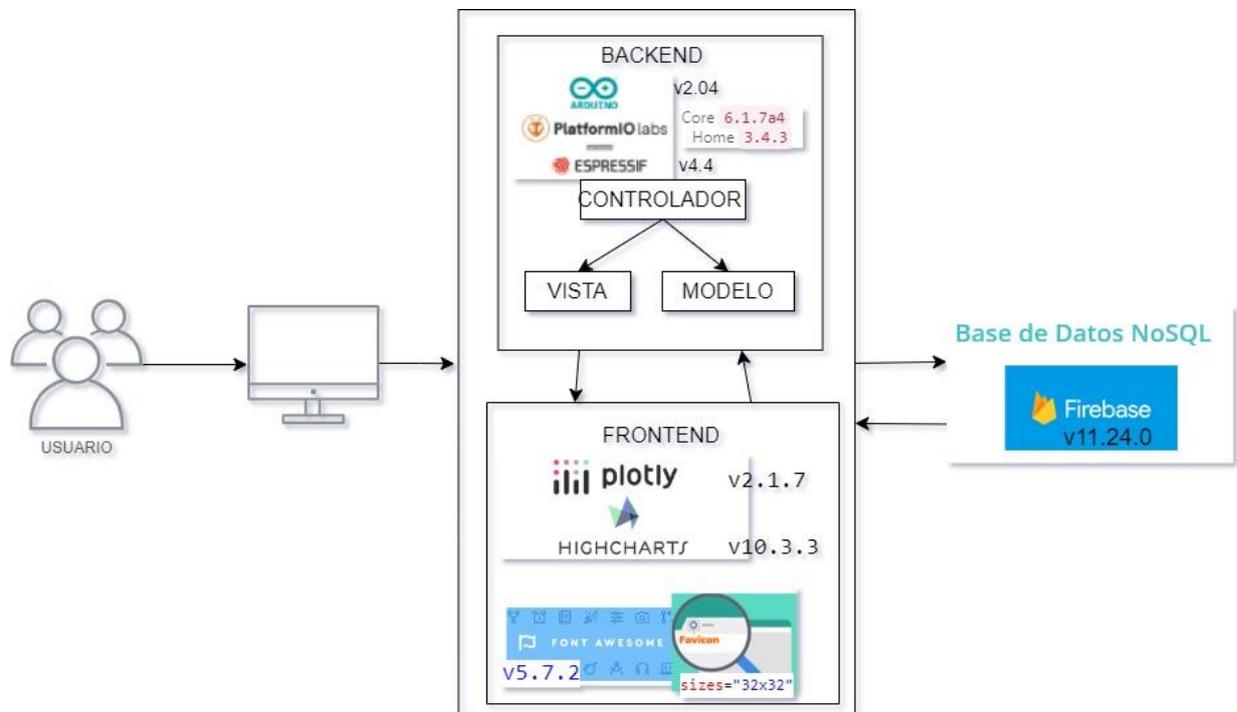


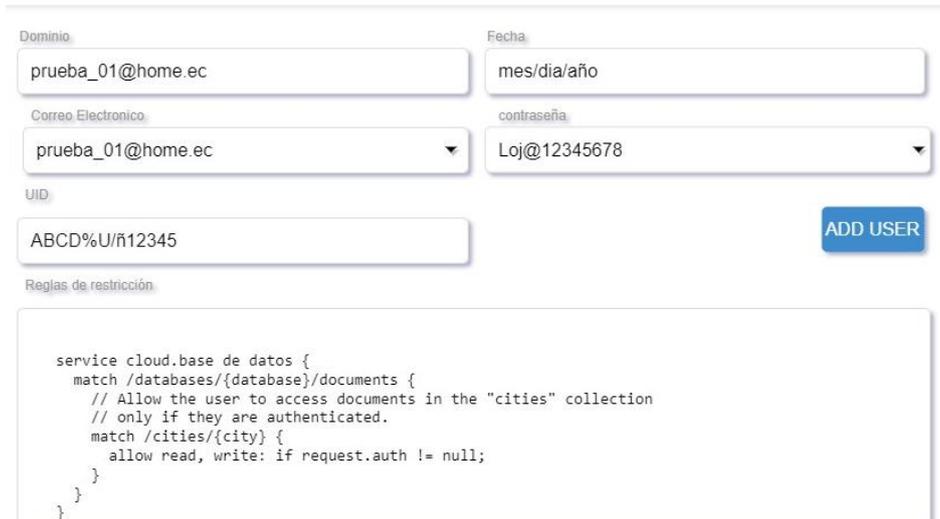
Fig. 19. Modelo Vista Controlador con versiones de tecnologías

La plataforma web está alojada en el servidor central de Google, ya que la base de datos Firebase es de la misma empresa. Este servidor arranca el framework de Espressif System; encargada de crear toda la estructura del proyecto para luego ejecutar todas sus funcionalidades a continuación descritas:

1. El enrutamiento: se faculta de reconocer una solicitud HTTP de un cliente con una estructura HTML5, CSS y JavaScript cuando navega por la plataforma web.
2. Plantillas HTML: Al crear un motor de representación de elementos HTML predefinidos como plantilla, la organización adecuada de la información se logra al presentarla en el navegador web del cliente, lo que permite que los datos se muestren de manera estructurada y coherente en la página web.
3. Autenticación: Firebase aloja su aplicación web en una CDN (red de distribución de contenidos) global mediante Firebase Hosting y proporciona un certificado SSL. Puede acceder a la aplicación web desde cualquier lugar utilizando el nombre de dominio generado por Firebase. Véase Anexo 7.

6.12.2 Definición del prototipado y características

Para tener una perspectiva general del sistema se realiza una proximidad de las ventanas y características a utilizar, utilizando la herramienta de diseño en línea: diagrams.net⁴. Como se demuestra en las Fig. 20, 21 y 22.



Prototipo de autenticación que muestra un formulario con los siguientes campos:

- Dominio:** prueba_01@home.ec
- Fecha:** mes/día/año
- Correo Electronico:** prueba_01@home.ec
- contraseña:** Loj@12345678
- UID:** ABCD%U/ñ12345

Un botón azul "ADD USER" está ubicado a la derecha de los campos. Debajo, un recuadro contiene reglas de restricción en formato JSON:

```
service cloud.base de datos {
  match /databases/{database}/documents {
    // Allow the user to access documents in the "cities" collection
    // only if they are authenticated.
    match /cities/{city} {
      allow read, write: if request.auth != null;
    }
  }
}
```

Fig. 20. Prototipo de autenticación



Prototipo de Registro datos en tiempo real que muestra una interfaz de usuario con los siguientes elementos:

- Base de datos:** Marca de tiempo /12345678 y Voltaje /123,00.
- APP WEB:** CORREO prueba_01@home.ec, botón Logout, TIEMPO ACTUAL: Año/mes/día 12:00:00, Voltaje 123.00 v, un medidor analógico que muestra 123.00 v, un gráfico de línea que muestra un pico de voltaje con el eje etiquetado como AA/MM/DD 123.00v, y una tabla "List".

List	
Tiempo	Voltaje
AA/MM/DD	123.00
AA/MM/DD	124.00

Fig. 21. Prototipo de Registro datos en tiempo real

⁴ <https://www.diagrams.net/>



Fig. 22. Prototipo gestión de monitoreo

También se aplicó el patrón de diseño Modelo Vista Controlador (MVC) para establecer la arquitectura del software, dividiendo los datos, la interfaz de usuario y la lógica de la aplicación web en tres componentes separados y distintos. Con ayuda de otras librerías de JavaScript se complementa el diseño de la plataforma web detallada en la Tabla XXVI.

TABLA XXVI
APP WEB MVC

<p>El modelo accede al almacenamiento de datos de Firebase, y se puede alterar su información a través de migraciones, interactuando con el controlador y vistas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> public <ul style="list-style-type: none"> scripts <ul style="list-style-type: none"> JS auth.js JS charts-definition.js JS data_table.js JS gauges-definition.js JS index.js JS key.js JS tablePDF.js
<p>El controlador actúa como intermediario entre el modelo y la vista, de esta forma responde a las acciones que el usuario solicite (visualizar, actualizar, descargar, entre otros).</p>	<ul style="list-style-type: none"> include <ul style="list-style-type: none"> h API_KEY.h h autorized.h h firebase.h README h sensitivity_volt.h h tiempo_actual.h h wifi_ssid.h
<p>Para la construcción de la vista se utilizó la plantilla de CSS, ofreciendo una mejor apariencia y adaptable a diferentes dispositivos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> 404.html elec.gif favicon.ico index.html style.css

URL Desplegada : <https://monitoreo-voltaje.web.app/>

Se lleva a cabo una evaluación de los riesgos potenciales que pueden surgir debido a fallos en el hardware o software, y se genera la Fig. 23 para identificar y clasificar los diferentes problemas. En el Anexo 4 se detalla la Tabla XXXV de estimación de riesgos.



Fig. 23. Estimación de riesgos

En conclusión, el nivel de riesgo Menor puede suceder por 2 causas frecuentes como las pruebas de funcionamiento y búsqueda de hardware; así como 1 probable con 3 ocasionales como la conexión de las tecnologías, pruebas de funcionalidad web y creación de aplicación web. Además, en riesgo moderado puede ocurrir 1 ocasional como lo es la definición de las tecnologías.

6.13 Fase 4 Pruebas

Se realizaron pruebas para confirmar el correcto funcionamiento de la aplicación web, las cuales fueron examinadas y validadas para garantizar que se cumpla con los requisitos establecidos. En el Anexo 9 se detallan los códigos utilizados y demás resultados.

Este directorio está destinado a PlatformIO Test Runner y pruebas unitarias de proyectos en la carpeta test. Las pruebas unitarias detectan los problemas a tiempo en el ciclo de desarrollo. A continuación, se detallan resultados en la Tabla XXVII.

TABLA XXVII
PRUEBAS UNITARIAS

<p><u>RESUMEN</u></p> <p>9 casos de prueba exitosos.</p>	<pre> ===== SUMMARY ===== Environment Test Status Duration ----- esp32doit-devkit-v1 test_buffer PASSED 00:01:44.745 esp32doit-devkit-v1 test_suma PASSED 00:00:44.661 esp32doit-devkit-v1 test_texto PASSED 00:00:31.793 ===== 9 test cases: 9 succeeded in 00:03:01.199 ===== * Las tareas reutilizarán el terminal, presione cualquier tecla para cerrarlo.</pre>
---	---

6.13.1 Prueba de aceptación de usuarios

La prueba de aceptación se la realizo a la Ing. Lorena Fernández, propietaria de la despensa “Flor de caña” mediante el cual verificó el funcionamiento y cumplimiento de los requisitos del sistema, Anexo 11, Anexo 12.

6.13.2 Prueba de carga y Stress

En la Tabla XXVIII se describe la interpretación de pruebas de carga y estrés de la aplicación web monitoreo de voltaje por medio de la herramienta web: detcom-monitor. Firebase utiliza los servidores de Google, por lo que permite la facilidad de aplicar este test. Véase Anexo 10 y Tabla XLIX de resultados de test de Estrés.

TABLA XXVIII
INTERPRETACIÓN PRUEBA DE CARGA Y STRESS

Campo	Valor	Interpretación
Muestras	100	Cantidad de peticiones enviadas a cada servidor Servidores: New York, London, San Francisco, Miami,Hong Kong, Montreal,Frankfurt, Denver.
Media	130.551	Tiempo promedio en milisegundos para el conjunto de resultados.
Min	126.579	Tiempo mínimo en que tarda un hilo en realizar la petición.
Max	134.153	Tiempo máximo en que tarda un hilo en realizar la petición.
Desviación estándar	3.5883	Tiempo promedio transcurrido de la muestra.
Porcentaje de Error	0%	Porcentaje de error presentado por el sistema una vez finalizaron las peticiones.
Tiempo de actividad por tarea	100%	Tiempo en realizar cada tarea.
Uptime/down time periods	24 h	Start time03/29/2023 00:00 End time03/29/2023 23:59.
respuestas de red rápidas	10%	3 menos de 23 mili segundos
respuestas de red lentas	10%	3 sobre 248 mili segundos.

Se realiza la comparativa de lecturas del electrodoméstico cuando prende y apaga en el día y en la noche, notando una variación, en un promedio se enciende 22 min y apaga 20 min. Miércoles 29 de marzo 2023.

El día 03 de abril se realiza las estadísticas de variaciones de voltaje, se visualiza en las horas: 00:00 a 23:00 en la Fig. 25, de 00:00 a 05:00 en la Fig. 26, de 06:00 a 12:00 en la Fig. 27, de 13:00 a 18:00 en la Fig. 28, de 19:00 a 23:00 en la Fig. 29.

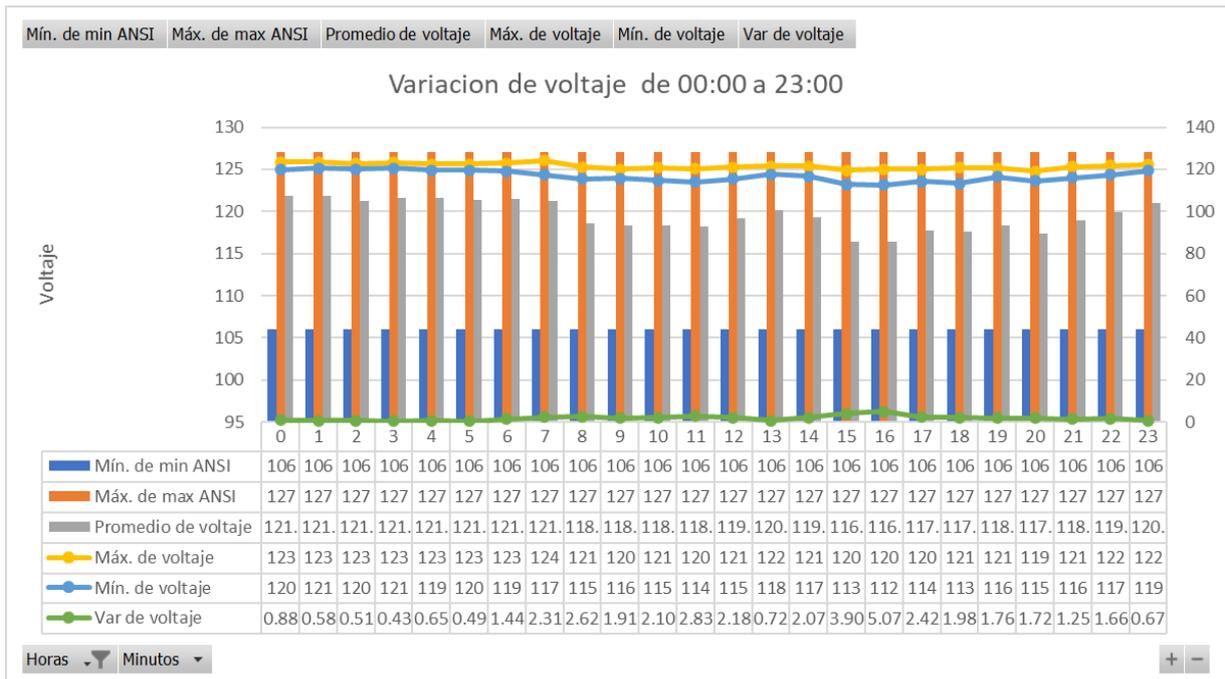


Fig. 25. Variación de voltaje de 00:00 a 23:00 -03-04

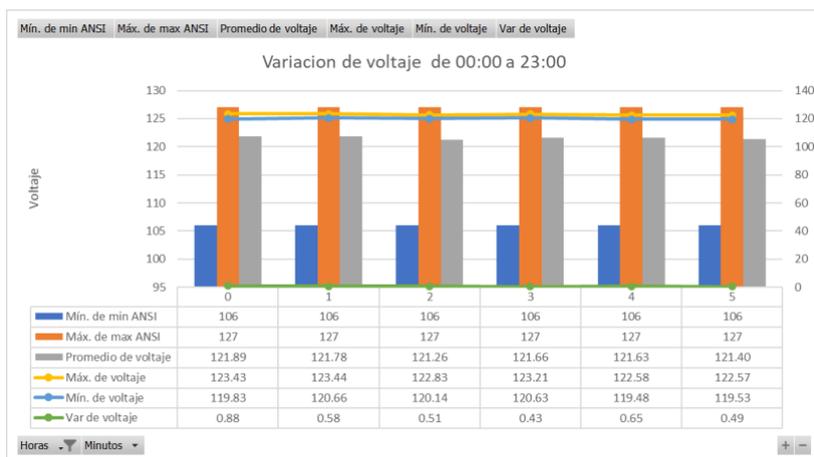


Fig. 26. Variación de voltaje de 00:00 a 05:00

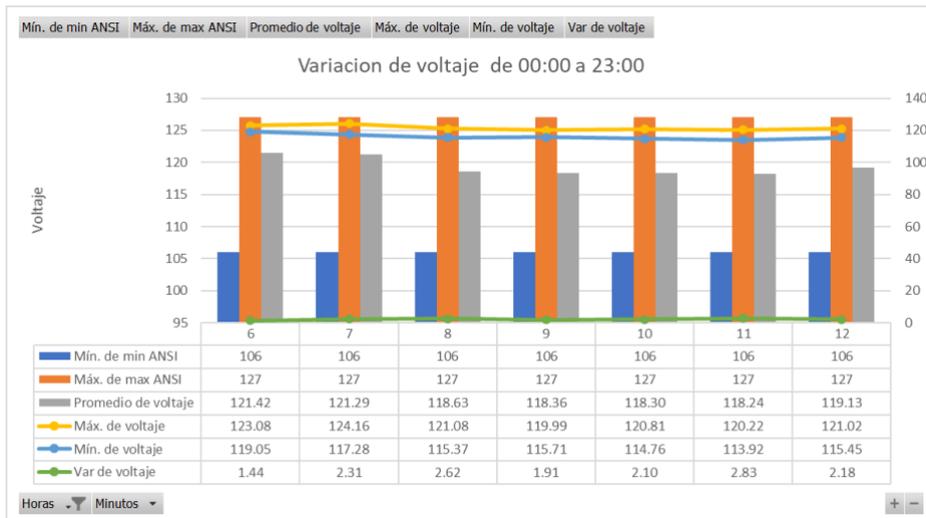


Fig. 27. Variación de voltaje de 06:00 a 12:00

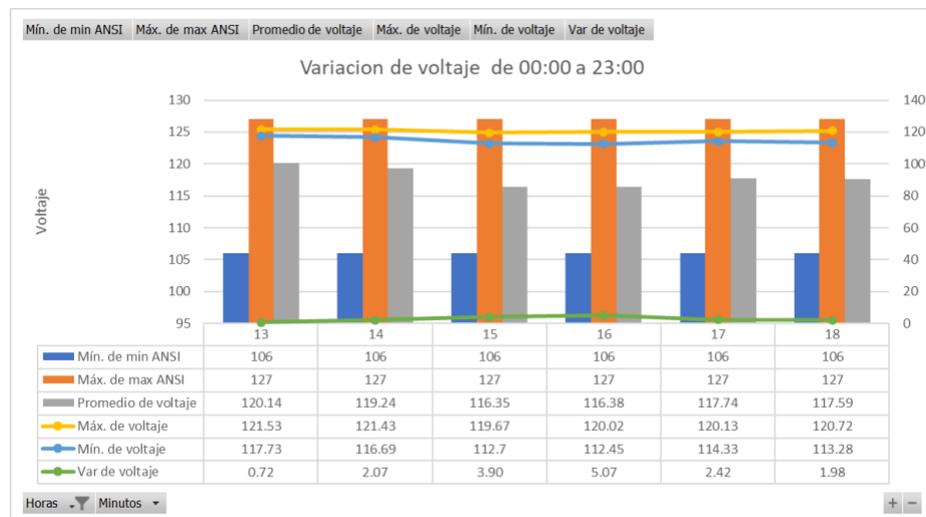


Fig. 28. Variación de voltaje de 13:00 a 18:00

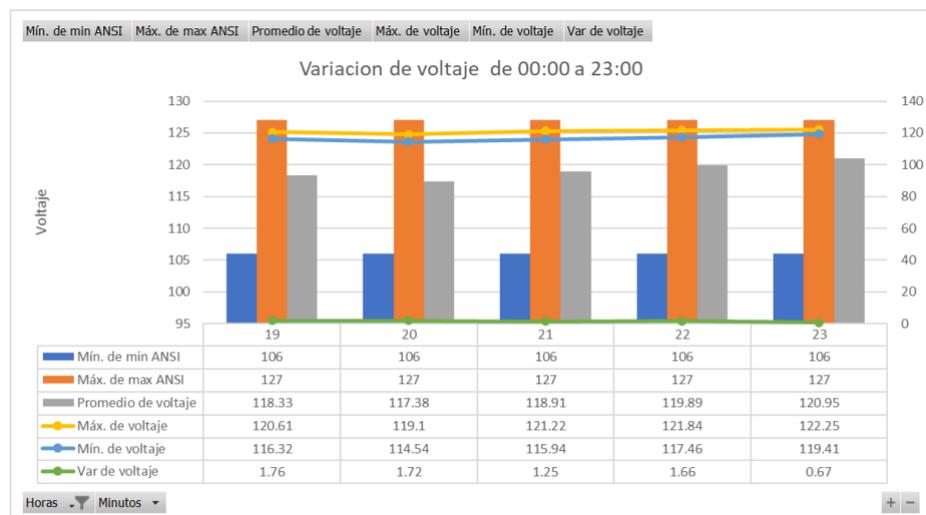


Fig. 29. Variación de voltaje de 19:00 a 23:00

Se instala el prototipo en un tomacorriente cercano donde no está instalado el electrodoméstico-refrigerador.

Luego se toma en cuenta el siguiente día 04 de abril para realizar el gráfico de las lecturas. se visualiza en las horas: 00:00 a 23:00 en la Fig. 30, de 00:00 a 05:00 en la Fig. 31, de 06:00 a 12:00 en la Fig. 32, de 13:00 a 18:00 en la Fig. 33, de 19:00 a 23:00 en la Fig. 34.

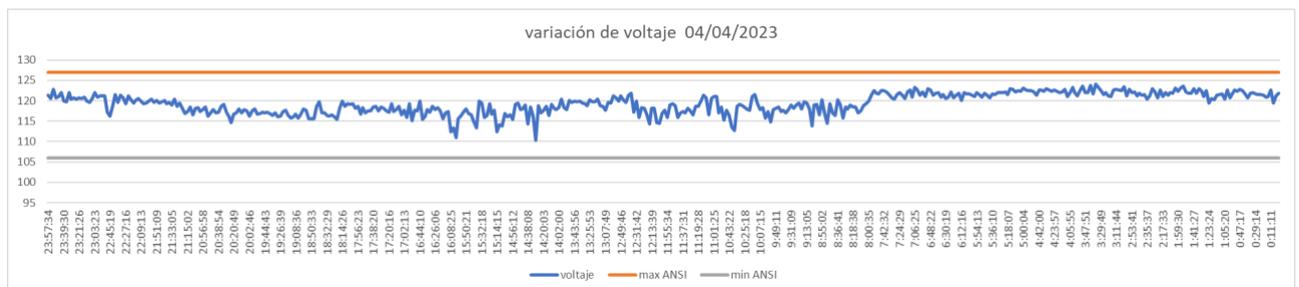


Fig. 30. Variación de voltaje de 00:00 a 23:00 -04-04

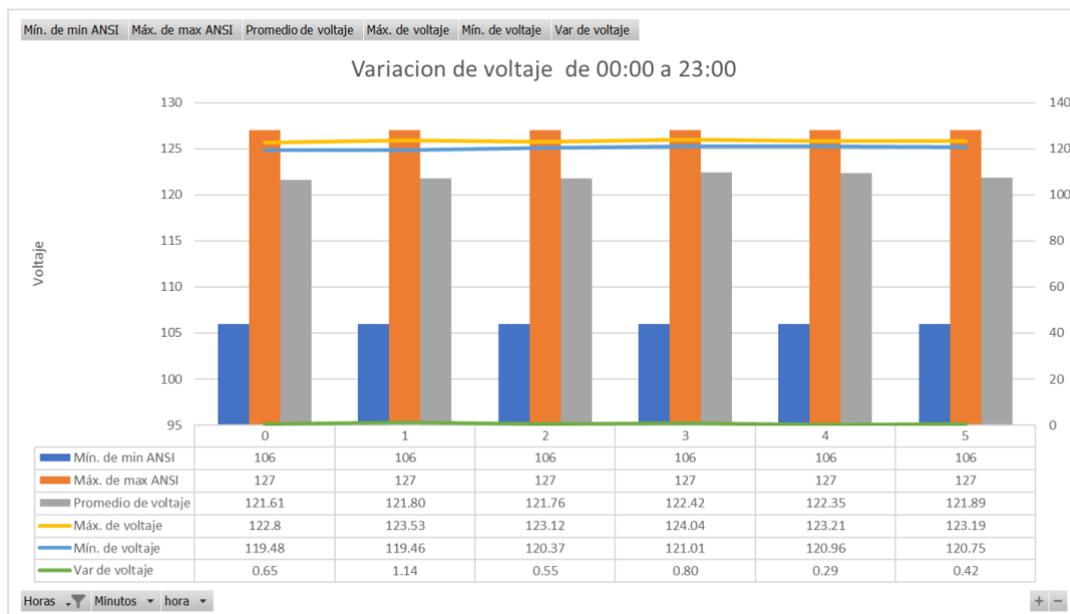


Fig. 31. Variación de voltaje de 00:00 a 05:00

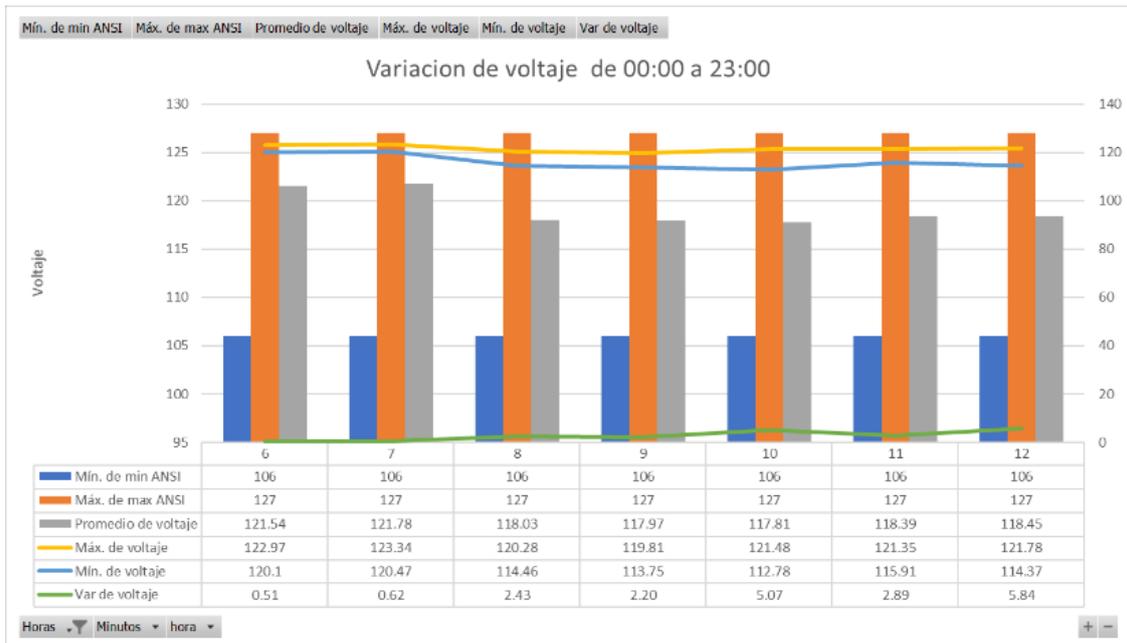


Fig. 32. Variación de voltaje de 06:00 a 12:00

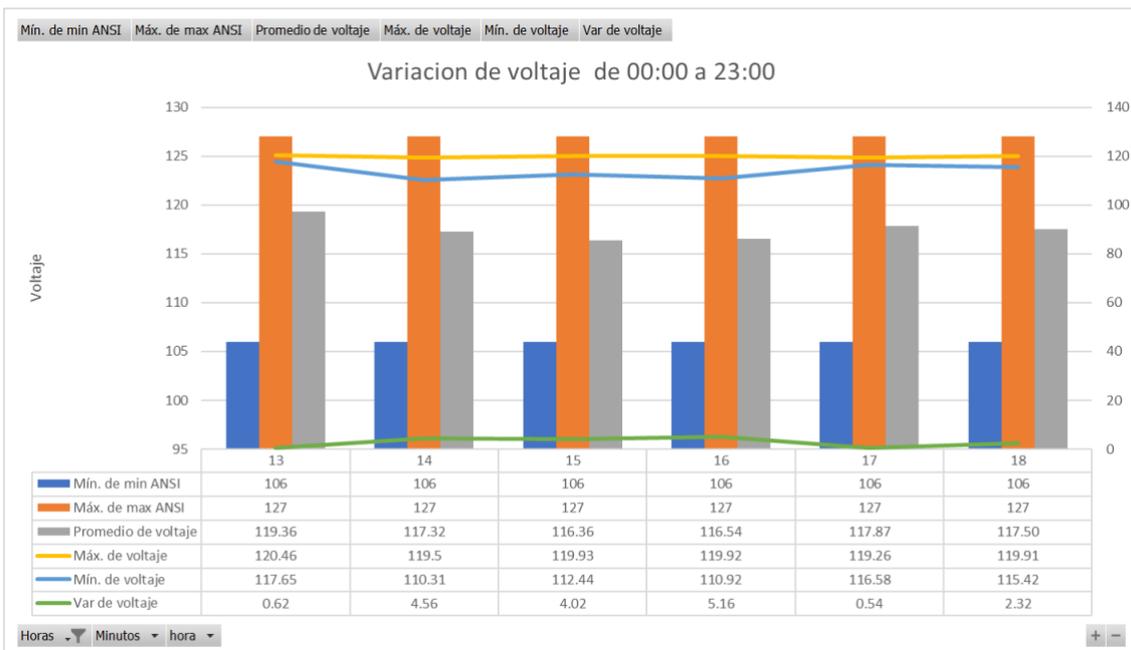


Fig. 33. Variación de voltaje de 13:00 a 18:00

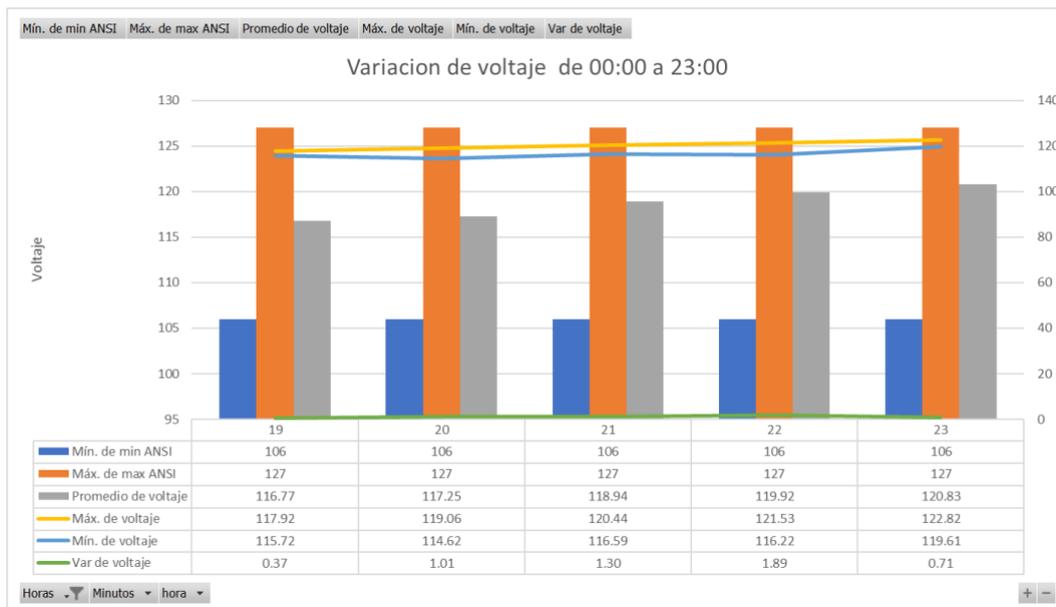


Fig. 34. Variación de voltaje de 19:00 a 23:00

Se realiza diferentes comparativas para contrastar la información tanto en el prototipo como con Pinza Amperométrica Digital Voltaje Corriente DT202C, marca BAW, también cuando se encuentra conectado junto al electrodoméstico, e instalado en un tomacorriente cercano sin refrigerador; tomando en cuenta la temperatura ambiente de la aplicación AccuWeather y Microsoft Start. Detallando los valores registrados en la Tabla XXIX. Se realiza la descarga de las lecturas desde el botón de CSV de la aplicación web y se procede a realizar un análisis con el software Excel.

TABLA XXIX
DATOS DE VALORES REGISTRADOS

Fecha 2023	Estado	Lectura en sistema	Lectura física	Temperatura ambiente
02/03	Rango permitido	120.27V	Anexo 13	25°C
05/03	Rango permitido	121.4V		21°C
06/03-08/03	Fuera de rango permitido	Max 131V		20°C
09/03	Rango permitido	121.3V		21°C
03/04	Rango permitido	121.6V		21°C
04/04	Rango permitido	121.9V		20°C
05/04	Rango permitido	122.7V		21°C

Con los datos obtenidos se toma algunas horas de eventualidades cuando está instalado el prototipo al refrigerador, se observa la variación de voltaje con valores altos y bajos; mientras que cuando esta sin el electrodoméstico, en un tomacorriente cercano el voltaje se mantiene estable.

7. Discusión

7.1 Desarrollo de propuesta alternativa

El trabajo de titulación llamado: Prototipo para monitorear las variaciones de voltaje en el electrodoméstico-refrigerador de la despensa “Flor de caña”; parroquia Malacatos se llevó a cabo en tres fases para cumplir con cada uno de los objetivos determinados. A continuación, se detalla cada fase para confirmar su cumplimiento.

Objetivo 1: Ensamblar el circuito del voltímetro, con dispositivos, sensores y componentes electrónicos, para recolección de valores de voltaje.

Para cumplir con este objetivo, en primer lugar, se realizó una prueba con la placa Arduino uno; donde se instaló el sensor de ZMPT101B, midiendo valores estables de voltaje, siendo observados en el monitor serial del Arduino IDE. La selección de hardware se la realiza con la investigación de los componentes electrónicos disponibles en tiendas en línea y locales; con el fin de obtener información detallada sobre los precios y características de la variedad de microcontroladores, sensores y pantallas que cuenten con conexión a internet mediante Wi-Fi. En referencia a la cita [37]. Además, solamente se puede observar en la computadora las lecturas de voltaje; encontrando la necesidad de visualizarlas localmente, por lo que se elige instalar una pantalla para constatar las medidas del sensor sin utilizar el ordenador. Como se refiere en [41]. Luego, se elaboró una lista de componentes como el ESP32 con conexión a internet mediante Wi-Fi, sensor de voltaje ZMPT101B con medidas de hasta 250VAC máx. y pantalla Oled de 0.96” que es de bajo consumo y costo. Una vez obtenida la lista de materiales a utilizar se desarrolla un diseño pre-experimental que consta de dos fases, la 01 constituye los diagramas esquemático y protoboard diseñados en el software Fritzing. Con la Fase 02 se procedió a ensamblar el prototipo completo con todos sus componentes electrónicos, culminando así el proceso de ensamblaje del circuito del prototipo. Con relación a [44]. A continuación, se organizó y validó con tareas de calibración y pruebas de funcionamiento del microcontrolador, sensor y pantalla; donde se ejecutan 5 pasos: iniciando por la utilización de Arduino IDE, los puertos de conexión hacia la computadora, el serial plóter para observar la forma de la onda senoidal y calibrarla con el potenciómetro del sensor de voltaje, finiquitando con observar los valores del voltaje en la pantalla oled en tiempo real. Ya realizado este procedimiento se obtiene las medidas de funcionamiento manipulando códigos de prueba. Véase Anexo 3.

Objetivo 2: diseño de aplicativo web con framework para gestión de monitoreo de voltaje.

Se procedió en primer lugar a extraer la información necesaria para comprender las necesidades en la despensa "Flor de caña" en relación al electrodoméstico-refrigerador. Se llevó a cabo un conversatorio con la propietaria, Ing. Lorena Fernández, con el fin de obtener una comprensión más profunda del funcionamiento del equipo, lo que culminó en la recolección de información necesaria. A continuación, se organizó y validó esta información para obtener los requisitos funcionales detallados en la Tabla XXXVI y no funcionales de la aplicación web. Véase Anexo 5.

La selección de software se la realiza con la finalidad de ocupar el menor tiempo y baja complejidad en el proceso de desarrollo. Además, de no incurrir en gastos como la obtención de hosting y nombre de dominio y no depender de plataformas IoT de terceros, se decide utilizar una base de datos NoSQL, misma que ya se encuentra construida y se puede aprovechar concentrándose en la aplicación en sí. La base de datos NoSQL es más rápida y eficiente al momento de almacenar y recuperar datos no estructurados como los del sensor del voltaje, con flexibilidad en la estructura de los datos. Una de las herramientas utilizadas para cumplir con este objetivo es la base datos NoSQL FIREBASE, que conlleva un conjunto de instrumentos para crear, mejorar y hacer crecer la aplicación web, con una base de datos en tiempo real, interactuando con el ESP32 desde cualquier lugar siempre que se encuentre conectado a internet; envolviendo en gran parte los productos que los desarrolladores habitualmente tendrían que construir por sí mismos. Discutiendo con [41]. Esto abarca diversas funcionalidades, como análisis, autenticación, almacenamiento de archivos, bases de datos, mensajería automática y muchas más. Dichos servicios se alojan en la nube con servidores de Google, pudiendo ser escalados con facilidad y proporcionar datos en tiempo real. Siguiendo con el desarrollo, se configura una cuenta de FIREBASE y se crea un nuevo proyecto llamado monitoreo-voltaje, iniciando sesión con una cuenta en Google. En la consola de *Project* establecemos los métodos de autenticación para la aplicación, en el proyecto se optó por utilizar correo electrónico y contraseña para logearse. La base de datos en tiempo real se la crea seleccionando la ubicación más cercana a la localidad, configurando las reglas de seguridad de base de datos como prueba. Con la base de datos ya creada se debe copiar y guardar la URL de la base datos asignada automáticamente por FIREBASE. Los datos como clave API del proyecto, las librerías cliente de FIREBASE_ESP, son necesarios para la comunicación con el ESP32 y la base datos. Cave recalcar que Firebase es una plataforma de desarrollo de

aplicaciones móviles y web y no una plataforma de servidor. En su lugar, Firebase utiliza la infraestructura de Google Cloud Platform (GCP) para ejecutar sus servicios y proporciona a los usuarios una cantidad limitada de recursos en función de su plan. Cuenta con un plan gratuito para inicio de aplicaciones, denominado "Plan Spark" incluye 5 GB de almacenamiento en Cloud Storage y 1 GB de almacenamiento en Realtime Database, proporciona una cantidad limitada de recursos que incluyen 100 conexiones simultáneas para Realtime Database, 20,000 lecturas y 50,000 escrituras por día para Cloud Firestore, 10 GB de transferencia de datos por mes. Este almacenamiento es suficiente para la mayoría de las aplicaciones que están empezando, especialmente aquellas que no tienen una gran cantidad de usuarios y datos como lo es la nuestra.

Sin embargo, si se necesitara más almacenamiento, puede actualizar a uno de los planes pagos de Firebase, como el plan Blaze, que permite pagar solo por los recursos que utiliza. Firebase también ofrece herramientas para monitorear su uso y administrar su presupuesto, lo que le permite controlar sus costos.

El software requerido para crear la aplicación web utilizando firebase es: Visual Studio Code, Node.js LTS versión, Node.js Extension Pack (VS Code), Firebase tools, Python. Así como la cita [40].

Al iniciar el proyecto mediante las herramientas de Firebase se crean automáticamente algunos archivos entre ellos la carpeta *public* y el archivo *index.html*, propio que contiene algo de texto HTML para construir una página web. Ahora que se ha creado el proyecto con firebase en Visual Studio Code, Adaptamos la aplicación para que muestre las lecturas del sensor en una página web, que requiere inicio de sesión para acceder a ella. Para tener en forma ordenada, se incluye algunos estilos simples para que la página web se visualice mejor, se crea un archivo dentro de la carpeta *public* llamado *style.css*. Además, se genera una carpeta llamada *scripts* con 7 archivos Java Script, donde el archivo *index.js* controla la apariencia del usuario: muestra el contenido apropiado según la autenticación del usuario. Luego, el archivo actualiza dinámicamente las lecturas desde la base de datos y las muestra en las ubicaciones correspondientes. Al guardar los archivos HTML, CSS y JavaScript, se debe implementar la aplicación en VS Code ejecutando el siguiente comando en la ventana de Terminal: “*firebase deploy*” donde Firebase brinda un servicio de alojamiento gratuito para distribuir sus aplicaciones web, lo que le permite acceder a nuestra aplicación desde cualquier lugar a través de la URL: <https://monitoreo-voltaje.web.app/> proporcionada por el servicio de alojamiento.

La aplicación web, es accesible y se puede utilizar desde cualquier dispositivo ya sea un teléfono inteligente, computadora o tableta.

Para alcanzar este objetivo, se implementó la metodología XP, cuyo objetivo principal es crear aplicaciones de alta calidad a través de una comunicación estrecha con el cliente, lo que permite entregar el sistema en un corto plazo de tiempo. Para lograr esto, la metodología propone cuatro fases: planificación, diseño, codificación y pruebas.

En la fase de planificación, se acordó crear historias de usuario y tarjetas CRC, herramientas que mejoraron la comunicación entre los miembros del equipo y permitieron definir los requerimientos y funcionalidades del sistema. Con relación a la cita [35]. En la fase de diseño, se empleó el modelo arquitectónico de 6 capas que utiliza múltiples vistas, incluyendo diagramas de caso de uso, que especifican el comportamiento del usuario, diagramas de actividades, que detallan la secuencia de cada módulo del sistema, diagramas de clases, que determinan el esquema global de la aplicación y diagramas de componentes, que indican la comunicación entre cliente/servidor. Con esta visión clara del aplicativo web, se avanzó en el proceso de monitoreo del voltaje. Comparando con [42].

Posteriormente, en la fase de codificación del aplicativo web se lo realizó utilizando el framework ESP-IDF con el lenguaje de programación C++ versión 10.3.0(tdm64-1), conjuntamente con el patrón de diseño modelo, vista y controlador (MVC), y DOM (modelo de objeto de documento) para la gestión de los datos del sistema. Véase Anexo 7, Anexo 8.

Objetivo 3: presentar la información procesada de medidas de voltaje desde un navegador web para que pueda ser visualizada por el usuario.

El cumplimiento del tercer y último objetivo se verifica a través de la creación de diversos elementos como card, medidores, gráficos y tablas para visualizar los valores de voltaje y la gestión de las lecturas obtenidas. Véase Anexo 8. Así mismo en la última fase de la metodología XP, las pruebas unitarias, de funcionamiento, requerimientos, funcionalidad, de caja negra, de carga y stress, aplicadas a la página web con la herramienta DOTCOM-MONITOR demostraron un buen desempeño. Las pruebas de aceptación realizadas en la despensa "Flor de caña" confirmaron que el sistema cumplió con los requisitos necesarios para visualizar los valores de voltaje con marca de tiempo, y la validación del aplicativo web se llevó a cabo mediante una encuesta de satisfacción respondida por la propietaria, Ing. Lorena Fernández, quien aprobó satisfactoriamente el sistema. Véase Anexo 10 y la referencia de la cita [43]. Además, se realizó un análisis de las lecturas obtenidas, presentadas en gráficas estadísticas, donde se demuestra las variaciones de voltaje existentes en el momento de encender y apagar el electrodoméstico-refrigerador; así como también, cuando el prototipo está conectado a otro tomacorriente separado del electrodoméstico. Véase Anexo 13. Se ha realizado comparaciones con las medidas de la Pinza Amperométrica Digital Voltaje Corriente DT202C, marca BAW, especial para laboratorios y uso profesional, referenciando la página web de Microsoft start, para tomar la temperatura promedio del día de las mediciones, ya que es un aspecto importante en la conducción de la electricidad.

En el análisis realizado entre los días 05 al 09 de marzo, se observa que las variaciones de voltaje superan a los límites máximos recomendados por la norma ANSI C84.1 -2006 (120 V - 600 V), para valores de voltaje nominal a 120 V, tenemos como Max= 127 V y Min=106 V; donde se realiza una comparativa para contrastar, si las lecturas están entre los rangos permitidos.

Las variaciones de voltaje existentes en los días 06 al 08 de marzo detallan que se registró valores fuera de los rangos permitidos por la Normativa ANSI, tomando como medida preventiva llamar al técnico y verificar la anomalía.

El código y demás artefactos que constituyen la aplicación web se comparte en el repositorio de github del siguiente enlace: <https://github.com/Gameri7/esp32monit>.

8. Conclusiones

- En el marco del presente Trabajo de Titulación, se logró implementar un sistema que permite a los usuarios monitorear el voltaje de manera rápida, segura y en tiempo real, lo que contribuye a la gestión eficiente de la energía. Gracias al microcontrolador ESP32 y sus variantes, se pudo enviar valores de voltaje a través del módulo Wi-Fi, convirtiéndolo en un componente adecuado para la construcción del prototipo.
- El prototipo de monitoreo de voltaje beneficia al cliente, ya que con las lecturas obtenidas y registradas en la base de datos se realiza un análisis y contrasta los valores dentro del rango permitido, conllevando a tomar las mejores decisiones al momento de realizar un mantenimiento o reemplazo del electrodoméstico.
- El prototipo desarrollado permite adquirir medidas de voltaje en tiempo real de manera rápida y segura en el refrigerador de la despensa "Flor de caña" ubicada en la parroquia Malacatos. Esto es beneficioso para la despensa porque le permite monitorear el consumo de energía del refrigerador, lo que a su vez puede ayudar a identificar oportunidades de mejora en el uso eficiente de la energía y reducir los costos asociados con el consumo de energía eléctrica. Además, la información recopilada puede ser utilizada para realizar un mantenimiento preventivo del refrigerador y evitar fallas o averías en el futuro, lo que podría ahorrar tiempo y dinero en reparaciones. En general, el prototipo permite a la despensa tomar decisiones más informadas y estratégicas en relación con el uso de la energía en su negocio.
- En cuanto al ensamblaje del circuito se diseñó un modelo preexperimental con diagramas esquemáticos y protoboards, logrando obtener un prototipo físico fácil de instalar que cumple con los objetivos del TT.
- La metodología XP utilizada en el desarrollo de la aplicación web se centró en entregar versiones tempranas al usuario final, lo que permitió cumplir con los requisitos funcionales y realizar pruebas finales del software, garantizando su eficiencia y alta calidad. Además, los artefactos de la metodología XP y la consideración de los requerimientos permitieron una identificación y comprensión más efectiva del análisis, diseño y construcción del sistema.
- La base de datos NoSQL Firebase permitió crear nombres de usuario con sus respectivos dominios, lo que permitió el acceso a los servicios de autenticación. Asimismo, se logró crear un nodo en la base de datos donde se ingresan las marcas de tiempo con su

respectivo voltaje, almacenando la información de las lecturas de voltaje y marca de tiempo en tiempo real en la aplicación web.

- El uso de tecnologías como Plotly, Highcharts, Font Awesome, Favicom y Firebase para el desarrollo del FRONT-END resultaron ideales para la aplicación web, debido a su capacidad para manejar componentes y crear interfaces de usuario interactivas de manera eficiente y flexible.
- Las reglas en el panel de Firebase garantizan la seguridad y privacidad de la información, una de ellas permite el acceso de lectura y escritura a cualquiera que estuviera logueado en la aplicación. Estas medidas asegurarán en el futuro que la información de los clientes esté protegida y segura en todo momento.
- La prueba de carga y estrés realizada en la aplicación web Monitoreo (V) verificó el correcto funcionamiento al procesar 100 solicitudes simultáneas a diferentes servidores en el mundo, se observó un porcentaje cero de errores, el sistema respondió de manera oportuna.
- Se presentó de forma fácil y accesible mediante card, medidor, gráficos, tablas, la gestión de descargas de archivos en PDF, CSV, Imprimir; permitiendo al usuario una mejor comprensión de los datos y una rápida identificación de cualquier anomalía. Al presentar esta información en un navegador web, se proporciona una interfaz de usuario intuitiva y familiar que se puede acceder desde cualquier lugar con una conexión a internet, lo que aumenta la conveniencia y accesibilidad del sistema de monitoreo de voltaje.
- Luego de haber realizado comparaciones entre la información obtenida de diferentes fuentes, incluyendo el prototipo y la Pinza Amperométrica Digital Voltaje Corriente DT202C de la marca BAW, tanto con el refrigerador conectado como sin él. Se obtiene valores dentro del rango permitido por la norma ANSI C84.1 -2006 (120 V - 600 V). Además, se toma en cuenta la temperatura ambiente de la aplicación AccuWeather y Microsoft Start, donde nos registrar valores confortables.
- Posteriormente, se logró descargar las lecturas desde el botón de CSV de la aplicación web y se analizan con el software Excel. Mismo que obtiene una visión más precisa y completa de los datos de voltaje, para identificar cualquier problema o anomalía en el sistema de monitoreo.

9. Recomendaciones

Después de haber concluido el Trabajo de Titulación, se pueden proporcionar las siguientes sugerencias:

1. Se debe tener en consideración que las entradas, salidas analógicas y digitales cambian su nombre en relación a otras placas de desarrollo, como por ejemplo en Arduino es (A0) entrada analógica y en el ESP32 se denomina (GPIO).
2. Para la comunicación I2C de la pantalla Oled debe contar con 4 conectores, ya que existen algunos modelos con 6 y 8 pines, mismos que no permiten la conexión directa hacia el ESP32.
3. Para la manipulación del sensor de voltaje se debe tener precaución, ya que sus terminales en alto voltaje pueden tener contacto con la persona y producir un accidente eléctrico.
4. Se aconseja la identificación de la fase y el neutro en un circuito de corriente alterna antes de su medición. Para esto, se sugiere probar con una punta del voltímetro en una de las terminales a medir, mientras que la otra se coloca en la carcasa del electrodoméstico; la terminal donde se registre un voltaje más alto corresponderá a la fase.
5. Es aconsejable ajustar la salida de voltaje mediante el uso de un voltímetro ANTES de conectar cualquier dispositivo al prototipo.
6. Es importante realizar la calibración del sensor de voltaje previamente a su puesta en marcha, ya que es necesario observar la figura de la onda senoidal en el serial plóter de Arduino IDE.
7. Buscando que las lecturas obtenidas por el ESP32 puedan ser estables, se debe tener en cuenta la documentación de ESP-IDF; donde recomienda instalar un capacitor cerámico 104, y mediante software utilizar código de configuración ADC en resolución, atenuación y canal.
8. Se sugiere utilizar la placa de desarrollo ESP32 DEVKIT para proyectos de monitoreo, ya que es fácil de manejar e integrar, económica y compacta, cuenta con un módulo Wi-Fi para la conexión a internet. Combinado con la arquitectura de 6 capas, estos recursos proporcionan una visión completa y precisa del proceso de desarrollo de software.
9. Antes de lanzar la aplicación web en la nube, es importante realizar pruebas de carga, rendimiento y aceptación para asegurarse, que la aplicación funcione correctamente y cumpla con todos los requisitos.

10. Para una mejor apreciación de cambios de energía en los tomacorrientes se puede adicionar el sensor de corriente, mismo que complementa las medidas con el sensor de voltaje.
11. Es aconsejable tener una buena conexión de internet para lograr la comunicación eficiente entre el ESP32 y la red Wi-Fi, por lo que es necesario instalar el prototipo una distancia cercana del router.

9.1 Trabajos Futuros

Basándonos en el estado actual del Trabajo de Titulación, es posible establecer diferentes posibilidades para futuras áreas de trabajo, presentando algunas propuestas a continuación.

- a. Sistema de monitoreo de baterías: el monitoreo del voltaje es fundamental en cualquier sistema de batería para garantizar que se esté cargando adecuadamente y que no se esté descargando demasiado.
- b. Control de motores eléctricos: el monitoreo del voltaje puede ayudar a controlar y regular la velocidad y el par de los motores eléctricos, asegurando un funcionamiento óptimo. Integrado con técnicas de control basadas en inteligencia artificial, se puede mejorar el control y la eficiencia de los motores eléctricos, adaptándolos a las condiciones específicas de cada momento y prolongando su vida útil.
- c. Monitoreo de redes eléctricas: el monitoreo del voltaje puede ayudar a detectar problemas en las redes eléctricas, como fluctuaciones y caídas de voltaje, lo que puede prevenir daños a los equipos conectados. Utilizando la técnica de aprendizaje automático, se puede entrenar un modelo para detectar y predecir fallas en la red eléctrica basándose en el monitoreo de voltaje y otros parámetros eléctricos.
- d. Medición de consumo de energía: el monitoreo del voltaje puede ayudar a medir el consumo de energía de un dispositivo o sistema, lo que puede ser útil en proyectos de eficiencia energética. Complementando con un modelo de aprendizaje automático que identifique patrones de consumo de energía en un hogar o empresa, y proponga recomendaciones para reducir el consumo de energía y ahorrar costos.
- e. Monitoreo de sistemas solares: el monitoreo del voltaje es importante en sistemas solares para asegurarse de que los paneles solares estén funcionando adecuadamente y para optimizar la producción de energía solar. Supliendo aprendizaje automático, es posible desarrollar sistemas solares inteligentes que optimicen la producción de energía en función de las condiciones climáticas y la demanda energética en tiempo real.
- f. Monitoreo de equipos electrónicos sensibles: el monitoreo del voltaje puede ser útil en equipos electrónicos sensibles, como equipos médicos y de laboratorio, para garantizar un suministro de energía constante y evitar daños por fluctuaciones de voltaje.

10. Bibliografía

- [1] D. C. Galarza, J. Francisco, Q. Flores, P. Andres, and M. Almeida, “Revisión para la restauración óptima de la operación del sistema eléctrico basado en criterios de calidad de energía y estabilidad,” *I+D Tecnológico*, vol. 17, no. 1, pp. 87–95, Jan. 2021, doi: 10.33412/IDT.V17.1.2928.
- [2] C. Salazar Deyanira José Angón Dulce Esperanza and T. García Vicente, “Análisis de calidad de la energía para el cumplimiento del código de red en centros de carga.,” Tesis de Grado, UNAM, Mexico, 2022.
- [3] Municipio de Loja, “Malacatos | Municipio de Loja,” *MALACATOS DATOS GENERALES Y GEOGRÁFICOS*. [En línea] <https://www.loja.gob.ec/contenido/malacatos> (accessed Feb. 22, 2023).
- [4] Y. Ma, Q. Li, H. Chen, H. Li, and Y. Lei, “Voltage Transient Disturbance Detection Based on the RMS Values of Segmented Differential Waveforms,” *IEEE Access*, vol. 9, pp. 144514–144529, 2021, doi: 10.1109/ACCESS.2021.3121507.
- [5] Potencia hp, *Corriente MONOFÁSICA y TRIFÁSICA - YouTube*, (Nov. 15, 2019). Accessed: Apr. 19, 2023. [Online Video]. Available: <https://www.youtube.com/watch?v=b3JVth7IVXs>
- [6] C. M. Maldonado, “IMPLEMENTACIÓN DE ESQUEMAS DROOP PARA INVERSORES EN PARALELO,” Tesis de Grado, IPN, México, 2018.
- [7] “ANSI C84.1 ELECTRIC POWER SYSTEMS AND EQUIPMENT - VOLTAGE RANGES | Power Quality In Electrical Systems.” [En Línea]. Disponible: <http://www.powerqualityworld.com/2011/04/ansi-c84-1-voltage-ratings-60-hertz.html> (accessed Feb. 22, 2023).
- [8] J. Valderrama and E. Brea, “ESP8266: Un microcontrolador para el Internet de las Cosas”, Accessed: Apr. 19, 2023. [Online]. Available: <http://www.ing.ucv.ve>
- [9] L. X. Chango Vaca, “Análisis del desempeño de la tecnología Wi-Fi en concordancia con el estándar IEEE 802.11ac en escenarios interferidos y no interferidos para ambientes interiores,” Trabajo de Titulación, ESPE, Sangolquí, 2022.
- [10] M. Canto, “Implementación, análisis y evaluación de un sistema de comunicaciones inalámbrico Wi-Fi 6E para aplicaciones industriales,” Master Universitario, EIB, Bilbao, 2022.
- [11] J.D. Espitia, “Diseño e implementación de un convertor analógico digital escalable y parametrizable en una FPGA,” Tesis Doctoral, Univ. Rovira i Virgili, España, 2022. Accessed: Mar. 13, 2023. [Online]. Available: <https://www.tdx.cat/handle/10803/675964>
- [12] L. Mallas, “ESP8266, la alternativa a Arduino con Wi-Fi,” *Ingeniería, informática y diseño*, Mar. 24, 2018. [En línea]. Disponible:<https://www.luisllamas.es/esp8266/> (accessed Feb. 26, 2023).
- [13] Espressif Systems, “The Internet of Things with ESP32,” *Journal ESP32-PICO-D4*, Oct. 2017, Accessed: Feb. 08, 2023. [Online]. Available: <http://esp32.net/>

- [14] Punto Flotante S.A., “MODULO NODEMCU ESP32 DEVKIT V1 STARTER KIT,” 2021. [En línea]. Disponible:<https://www.puntoflotante.net/NODEMCU-ESP32-DEVKIT-V1-STARTER-KIT.htm> (accessed Feb. 25, 2023).
- [15] G. Jung, S. Han, H. Kim, K. Kim, and J. Cha, “Extracting the Main Content of Web Pages Using the First Impression Area,” *IEEE Access*, vol. 10, pp. 129958–129969, 2022, doi: 10.1109/ACCESS.2022.3229080.
- [16] A. Salvaggio and G. Testa, *JavaScript: Guía completa*, ALFAOMEGA., vol. 1. Bogotá, 2019.
- [17] C. Peña, *Arduino IDE: Domina la programación y controla la placa*, 1ª., vol. 1. Buenos Aires, 2020.
- [18] T. N. Hoang, S. T. Van, and B. D. Nguyen, “ESP-NOW Based Decentralized Low Cost Voice Communication Systems for Buildings,” *Proceedings - 2019 International Symposium on Electrical and Electronics Engineering, ISEE 2019*, pp. 108–112, Oct. 2019, doi: 10.1109/ISEE2.2019.8921062.
- [19] espressif, “espressif/esp-idf: Espressif IoT Development Framework. Official development framework for Espressif SoCs.,” *ESP-IDF Release v5.0.1*, Feb. 17, 2023. [En línea]. Disponible: <https://github.com/espressif/esp-idf> (accessed Mar. 06, 2023).
- [20] Espressif, “Arduino-ESP32 Release 2.0.6 Espressif,” no. Release, pp. 3–244, Apr. 2023, Accessed: Mar. 09, 2023. [Online]. Available: https://docs.espressif.com/_/downloads/arduino-esp32/en/latest/pdf/
- [21] PlatformIO Labs, “PlatformIO IDE: The next-generation integrated development environment for IoT · PlatformIO,” *Release*, Jan. 23, 2023. [Online]. Available: <https://platformio.org/platformio-ide> (accessed Mar. 09, 2023).
- [22] Visual Studio Code, “Documentación para el código de Visual Studio,” *Getting Started*, Mar. 30, 2023. [Online]. Available: <https://code.visualstudio.com/docs> (accessed Mar. 08, 2023).
- [23] J. Gamaliel, C. Sagredo, A. T. Espinosa, M. Reyes, and M. López, “Automation of the Codification of the Model-View-Controller Pattern (mvc Pattern) in Projects Oriented to the Web,” *Revista Científica Multidisciplinaria de Prospectivass*, vol. 19, pp. 239–250, 2012.
- [24] Firebase en Google, “Documentación de Firebase,” 2022. [Online]. Available: <https://firebase.google.com/docs?hl=es-419> (accessed Mar. 15, 2023).
- [25] Azure, “¿Qué es SaaS? Software como servicio | Microsoft Azure,” *Software como servicio*, 2023. . [Online]. Available: <https://azure.microsoft.com/es-es/resources/cloud-computing-dictionary/what-is-saas> (accessed Apr. 12, 2023).
- [26] dA, “descubrearduino,” *ESP32 vs ESP8266 ¿Cuales son las diferencias entre ambos módulos?*, Apr. 18, 2023. [Online]. Available: <https://descubrearduino.com/esp32-vs-esp8266/> (accessed Feb. 09, 2023).
- [27] M. Electronics., “ESP32-WROOM-32(M103QH2800PH3Q0) Espressif Systems | Mouser Ecuador,” 2023. [Online]. Available: <https://www.mouser.ec/ProductDetail/Espressif-Systems/ESP32-WROOM-32M103QH2800PH3Q0?qs=W%2FMpXkg%252BdQ7IcgHFTTq3Ig%3D%3D> (accessed Feb. 08, 2023).

- [28] N. Mechatronics, “Transformador de voltaje AC - ZMPT101B,” 2021. [Online]. Available: <https://naylampmechatronics.com/sensores-corriente-voltaje/393-transformador-de-voltaje-ac-zmpt101b.html> (accessed Feb. 09, 2023).
- [29] U. Electronics, “ZMPT101B Sensor De Voltaje AC 2mA,” 2023. [Online]. Available: <https://uelectronics.com/producto/zmpt101b-sensor-de-voltaje-ac-2ma/> (accessed Feb. 09, 2023).
- [30] Winstar, “Módulos OLED (Diodos Orgánicos) 128x64, 0.96", SSD1306, I2C,” *WEA012864D-03*, 2022. [Online]. Available: <https://www.winstar.com.tw/es/products/oled-module/graphic-oled-display/4-pin-oled.html> (accessed Feb. 25, 2023).
- [31] Suhanto, A. Setiyo Prabowo, R. Indrianto Sudjoko, and W. Suryono, “The electrical energy usage of monitoring system at real-time using IoT as the primary policy of energy efficiency,” *IOP Conf Ser Mater Sci Eng*, vol. 909, no. 1, p. 012009, Dec. 2020, doi: 10.1088/1757-899X/909/1/012009.
- [32] V. Villareal and L. Muñoz, “Congreso Internacional en Inteligencia Ambiental, Ingeniería de Software y Salud Electrónica y Móvil,” *Memorias del congreso Proceeding Conference. Pereira*, pp. 1–202, Sep. 2019.
- [33] F. Adriani, T. K. Agung, and Syafii, “IoT System for Household Electrical Appliance Monitoring and Control,” *ICT-PEP 2022 - International Conference on Technology and Policy in Energy and Electric Power: Advanced Technology for Transitioning to Sustainable Energy and Modern Power Systems, Proceedings*, pp. 244–248, 2022, doi: 10.1109/ICT-PEP57242.2022.9988853.
- [34] J. B. Fernandes, S. DP, G. Padmapriya, and K. Sekar, “IoT based Energy Assistive Meter to Analyse the Electricity usage in Commercial and Household uses via Wirelessly in a Cloud Network,” *2022 International Conference on Power, Energy, Control and Transmission Systems (ICPECTS)*, pp. 1–4, Dec. 2022, doi: 10.1109/ICPECTS56089.2022.10046793.
- [35] B. Molina, H. Vite, and J. Dávila, “Metodologías ágiles frente a las tradicionales en el proceso de desarrollo de software,” *Espirales revista multidisciplinaria de investigación*, pp. 114–121, Jun. 2018, doi: 10.31876/re.v2i17.269.
- [36] Y. X. Lai, Y. M. Huang, and S. C. Mukhopadhyay, “Interconnecting communication for recognition and automation services on home grid,” *2012 IEEE I2MTC - International Instrumentation and Measurement Technology Conference, Proceedings*, pp. 2346–2350, 2012, doi: 10.1109/I2MTC.2012.6229268.
- [37] J.D. Llugsa, “PROTOTIPO BASADO EN INTERNET DE LA COSAS (IoT) PARA EL MONITOREO DE INVERNADEROS,” Tesis de Grado, PUCE, Ambato, 2018.
- [38] M. Carrasco, W. Ocampo, L. Ulloa, and J. Azcona, “METODOLOGÍA HÍBRIDA DE DESARROLLO DE SOFTWARE COMBINANDO XP Y SCRUM,” *Mikarimin . Revista Científica Multidisciplinaria*, pp. 109–116, May 2019.
- [39] E. Systems, “ESP32 Modules and Boards,” *ESP32 release-v4.2*, 2020. [Online]. Available: <https://docs.espressif.com/projects/esp-idf/en/release-v4.2/esp32/hw-reference/modules-and-boards.html> (accessed Feb. 08, 2023).

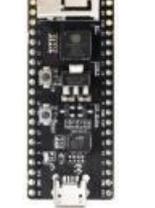
- [40] L. Inaures and D. Llorca, “DESARROLLO DE APLICACIÓN IoT PARA LA MONITORIZACIÓN DE CONSUMOS ELÉCTRICOS EN UNA VIVIENDA,” Tesis de Grado, UPV, Valencia, 2020.
- [41] Á. Benito, “Desarrollo de aplicaciones para IoT con el módulo ESP32,” Tesis de grado, EPS, Alcalá, 2019.
- [42] D. Alulema, M. Zapata, and M. A. Zapata, “An IoT-based remote monitoring system for electrical power consumption via web-application,” *Proceedings - 3rd International Conference on Information Systems and Computer Science, INCISCOS 2018*, vol. 2018-December, pp. 193–197, Dec. 2018, doi: 10.1109/INCISCOS.2018.00035.
- [43] E. Peláez and P. Jiménez, “Diseño de un Sistema de Medición y Monitoreo del Consumo de Energía por Circuitos en el Hogar, Mediante Tecnología de Comunicación por Línea de Potencia.,” Tesis de grado, UA, Cuenca, 2018.
- [44] A. Rivera, “Diseño y construcción de un prototipo de un sistema de medida, supervisión y análisis de consumo y calidad de energía en una edificación,” Tesis de grado, UTPL, Loja, 2019.

11. Anexos

Anexo 1. Chips de la familia ESP32 y características técnicas

El módulo ESP32 conlleva el chip integrado más un cristal de 40MHz, memoria flash, y una antena para conexión Wi-Fi, y Bluetooth. La tarjeta de desarrollo integra al módulo en una placa PCB con conexión serie/USB, alimentado por USB, botones de boot y reset y pines soldados a la placa [39]. con referencia al fabricante Espressif, está disponible los tamaños de flash personalizados de 8 MB y 16 MB, para pedidos de productos. A continuación, se describen los módulos, en la Tabla XXX y figuras que han sido desarrollados por Espressif Systems [20, Tabla XXX].

TABLA XXX
MÓDULOS ESP32

Modulo	Chip	Descripción	Imagen
ESP-WROO M-32	ESP32-D0WDQ6	Uno de los primeros módulos que salió al mercado. Dual core, Wi-Fi h/g/n + BT/BLE Dual Mode, Ant. MIFA, memoria flash de 4MB.	
ESP32-WROO M-32D	ESP32-D0WD	Igual al modelo anterior, con la diferencia que utiliza el chip DOWN, con encapsulado interior del chip de 5x5mm. Dual core. Wi-Fi h/g/n + BT/BLE Dual Mode, Ant. MIFA, memoria flash de 4, 8, or 16 MB.	
ESP32-WROO M-32U	ESP32-D0WD	Monta el chip ESP32-down, con encapsulado QFN de 5x5mm, pero en este caso monta un conector de antena IPEX/U.FL; reduciendo sus dimensiones. Dual core. Wi-Fi h/g/n + BT/BLE Dual Mode, Ant. U.FL, memoria flash de 4, 8, or 16 MB.	
ESP32-SOLO-1	ESP32-S0WD	Este es una versión simplificada del ESP-WROOM-32D, cuenta con un solo núcleo de frecuencia hasta 160Mhz, inferior a los 240Mhz del doble procesador. Dual core. Wi-Fi h/g/n + BT/BLE Dual Mode, Ant. MIFA, memoria flash de 4MB.	
ESP32-WROVER (PCB)	ESP32-D0WDQ6	Es el módulo más desarrollado. Contiene SPI PSRAM de 4MB con memoria flash externa de 4MB. Cuenta con 2 versiones: con antena MIFA y otra con conector IPEX/U.FL. es de mayor tamaño ya que incluyen más componentes. Dual core. Wi-Fi h/g/n + BT/BLE Dual Mode, Ant. MIFA, memoria flash de 4MB.	
ESP-WROVER -KIT V3	ESP32-D0WDQ6	La tarjeta más potente ya que cuenta con el módulo esp-wrover-32. Incluye doble puerto usb, interfaz JTAG, dos pulsadores, espacio para insertar memoria microSD, espacio para insertar una pantalla lcd de 3.2 pulgadas e interfaz con pines para conexión de dispositivos de video o cámara. Wi-Fi h/g/n + BT/BLE Dual Mode, Ant. AFH, memoria flash de 4MB.	
ESP32-PICO-KIT V4.1	ESP32-D0WD	Una de las mainboard de desarrollo más pequeñas, incluye antena LDO(Low Dropout Regulator), soporte USB-UART y dos botones para reset y modo boot. Monta un módulo especial llamado ESP-PICO-D4 con 4MB flash. Por su tamaño pequeño se utiliza en aplicaciones portátiles, introduciendo una pila en su parte inferior para alimentación. Wi-Fi h/g/n + BT/BLE Dual Mode, Ant. MIFA, memoria flash de 4MB.	

ESP32-LyraT	ESP32-D0WD	Tarjeta de desarrollo con esp-wrover-32. Especial para aplicaciones de audio, ya que posee reconocimiento de voz, botones para reproducción de sonido y salidas de audio Jack 3.5mm. con microSD para almacenar audio. Ha sido diseñada para altavoces inteligentes y aplicaciones Smart home. Wi-Fi h/g/n + BT/BLE Dual Mode, Ant. AFH, memoria flash de 4MB.	
-------------	------------	---	---

El ESP32 tiene arquitectura de 32 bits lo que lo hace 10 veces más rápido, con velocidad de procesamiento de datos superior a la familia de Arduino con el ATmega328P de ATMEL. El costo limitado lo convierte en una opción bastante buena para los fabricantes que buscan comenzar a desarrollar dispositivos para IoT. Por el momento sigue en curso el desarrollo de su API y la conexión con Arduino. A continuación, en la Tabla XXXI, se detalla características técnicas [27, Tabla XXXI].

TABLA XXXI
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS ESP32 38 PINES

Característica	Módulo Wi-Fi + Bluetooth
Modelo	ESP32 38 Pines
Voltaje de Alimentación (USB)	5V DC
Voltaje de I/O	3.3V DC
Consumo de energía	5µA en modo de suspensión
CPU principal	Tensilica Xtensa 32-bit LX6
Desempeño	Hasta 600 DMIPS
Frecuencia de Reloj	hasta 240Mhz
Procesador secundario	Realiza operaciones básicas en modo de ultra bajo consumo
Wi-Fi	802.11 b/g/n/e/i (802.11n @ 2.4 GHz hasta 150 Mbit/s)
Bluetooth	4.2 BR/EDR BLE Modo de control dual
Memoria	448 KByte ROM, 520 KByte SRAM, 6 KByte SRAM en RTC y QSPI admite múltiples chips flash / SRAM
Chip USB-Serial	CP2102
Antena	en PCB
Pines Digitales GPIO	24 (Algunos pines solo como entrada)
Convertor Analógico Digital	Dos ADC de 12bits tipo SAR, soporta mediciones en hasta 18 canales, algunos pines soportan un amplificador con ganancia programable
Seguridad	IEEE 802.11, incluyendo WFA, WPA/WPA2 y WAPI
Criptografía acelerada por hardware	AES, SHA-2, RSA, criptografía de curva elíptica (ECC), generador de números aleatorios (RNG)

Anexo 2. Trabajos relacionados y necesidades

En la Tabla XXXII se describe algunos trabajos relacionados al TT.

TABLA XXXII
TRABAJOS RELACIONADOS

#	Título	Hallazgo	Cita	Lugar
1	Desarrollo de aplicación IoT para la monitorización de consumos eléctricos en una vivienda.	En el trabajo desarrollan una aplicación de monitoreo de consumo eléctrico en una vivienda, con objetivo de eficiencia energética cuanto mayor sea el número de instalaciones monitorizadas más información se obtendrá, con componentes de control como el ESP32, sensores como el ZMPT101B, base de datos, lenguajes de programación como HTML, JavaScript, Css, Node, C++, con interfaz Wi-Fi.	[40]	Valencia - 2020
2	Desarrollo de aplicaciones para IoT con el módulo ESP32.	Se refiere a una sencilla aplicación donde utiliza el esp32, se define sus características, tecnologías, conectividad, entornos de desarrollo, lenguajes de programación y la amplia variedad de aplicaciones como es el caso de variables ambientales que podrán ser visualizadas en diferentes plataformas como un servidor web, ThingSpeak, Adafruit.io y Twitter. También adicionan control de comandos de voz, también se muestran valores en pantalla oled.	[41]	Madrid - 2019
3	An IoT-Based Remote Monitoring System for Electrical Power Consumption via Web-Application.	Presentan un prototipo aprovecha las ventajas de la micro y nano tecnología del XBee, con una red de sensores inalámbricos de bajo consumo de energía. Utilizando una plataforma escalable, presentan la precisión del prototipo con un medidor de electricidad convencional.	[42]	Quito- 2018
4	Diseño de un Sistema de Medición y Monitoreo del Consumo de Energía por Circuitos en el Hogar, Mediante Tecnología de Comunicación por Línea de Potencia.	Este trabajo ostenta una estrategia práctica para medir y monitorear el consumo de energía eléctrica en un conjunto de circuitos existentes dentro de una caja de distribución residencial. La propuesta implica establecer una red local que combine los protocolos de comunicación PLC (comunicación por línea de potencia) y TCP/IP, lo cual permitirá llevar a cabo funciones como supervisar y recopilar los parámetros de energía. Además, el dispositivo de medición automatiza el almacenamiento de la información obtenida y esta se transmite y muestra en tiempo real a través de una interfaz web. Se señala lo fácil de su instalación; fue realizada con sensor de Voltaje ZMPT101B.	[43]	Azuay- 2018
5	Diseño y construcción de un prototipo, supervisión y análisis de consumo y calidad de energía en una edificación.	Se monitorea señales de tensión y corriente en tiempo real con la placa ESP32, y a una pantalla oled; que permite determinar la calidad de energía y el consumo. Los dispositivos son de bajo costo utilizando sensores no invasivos.	[44]	Loja - 2019

Dentro del objetivo de ensamblaje del circuito del voltímetro, con dispositivos, sensores y componentes electrónicos, para recolección de valores de voltaje, surgen las siguientes necesidades:

Dentro de los **elementos de control y necesidades** descritos en la Tabla XXXIII, el mismo encargado de cálculos de medición de voltaje a partir de valores de tensión emitidos por el sensor y conectado al circuito del refrigerador. Asimismo, de la conexión a internet y las comunicaciones; debiendo cumplir las exigencias:

TABLA XXXIII
ELEMENTO DE CONTROL- NECESIDADES

Característica	Descripción
Tamaño:	Su diseño sencillo de utilización y funcionamiento, pequeño y de fácil instalación.
Flexible y escalable:	Debe de adaptarse y ampliarse en caso que el proyecto creciera, o cambios en el proceso.
Memoria de carga:	Debe tener un mínimo de 4 MB.
Entradas analógicas:	Mínimo 6 entradas analógicas para sensores.
Interfaces de comunicación:	Debe tener conexión USB para su programación y comunicación Wi-Fi.
Asistencia técnica:	Documentos y manuales disponibles.
Software:	Realizado en el elemento de control, debe efectuar cálculos de medida de voltaje, con la conexión Wi-Fi y las demás comunicaciones.
Precio:	Debe de ser accesible de bajo coste, llegando a un prototipo barato. Está pensado para un domicilio. De tal manera que cualquier persona pueda acceder a él.

En la selección de los sensores, se va a emplear medidas de voltaje en corriente alterna de 120V, ya que para la aplicación web, la información recabada se limita al cálculo de voltaje entre dos puntos del circuito donde está instalado el electrodoméstico-refrigerador. Existen sensores que miden diferentes magnitudes eléctricas, como analizadores de redes, PLC, medidores de energía, etc.; que nos dan mayor información, que para el objetivo de esta aplicación no es necesaria, ya que son más costosos que un pequeño transformador de tensión, lo que extendería el precio final del prototipo.

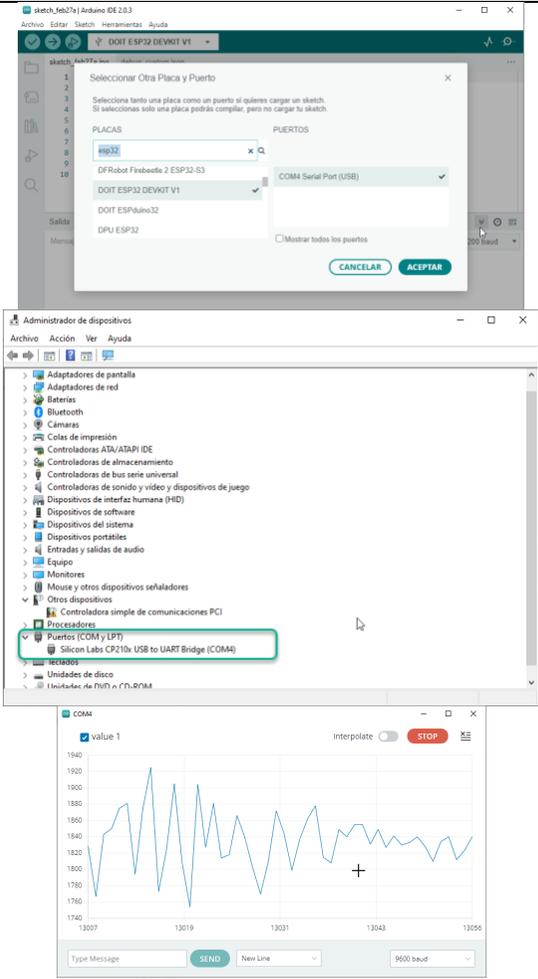
- **Sensor de tensión:** con rango de 120 V que en Ecuador es la tensión nominal.
- **Compatibilidad:** debe adaptarse al elemento de control.
- **Coste:** según el presupuesto contado.
- Voltaje de alimentación de 3.3 -5V DC (que soporte y pueda leer el microcontrolador).

Anexo 3. Pruebas de funcionamiento, calibración, prototipo físico



Fig. 35. Fotos en situ donde se ha implementado la solución y el prototipo final

TABLA XXXIV
CÓDIGOS DE PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO

Código	Descripción	Resultado
<pre> Código #1 #include <stdio.h> #include "freertos/FreeRTOS.h" #include "freertos/task.h" #include "driver/gpio.h" #include "driver/adc.h" #define A4 ADC1_CHANNEL_6 #define samples 64 void setup(){ int val_pot = 0; int smooth_val = 0; while(1) { for(int i=0; i < samples; i++){ smooth_val += val_pot = adc1_get_raw(A4); } smooth_val /= samples; if(smooth_val > 4095){smooth_val = 4095;} printf("El valor crudo es: %d\n", val_pot); printf("El valor suav. es: %d\n", smooth_val); vTaskDelay(300 / portTICK_PERIOD_MS); } } void loop(){ adc1_config_channel_atten(A4, ADC_ATTEN_DB_11); // ATENUACIÓN </pre>	<p>En el software de Arduino IDE 2.0.3, iniciaremos un sketch en blanco y elegimos la placa y puerto, que en nuestro caso en esta versión incluye el módulo DOIT ESP32 DEVKIT. Así como también debe reconocer el driver en Windows 10 Pro a 64 bits.</p> <p>Una vez conectado al puerto usb la placa ESP 32, introducimos el Código #1, para realizar la prueba de funcionamiento y calibración.</p>	

```
adcl_config_width(ADC_WIDTH_BIT_12); }
//RESOLUCIÓN
```

Código #2

```
#define __DEBUG__
#include <SPI.h>
#include <Wire.h>
#include <Adafruit_GFX.h>
#include <Adafruit_SSD1306.h>
// Definir constantes scl gpio22 - sda gpio21
#define ANCHO_PANTALLA 128 // ancho pantalla OLED
#define ALTO_PANTALLA 64 // alto pantalla OLED
// Objeto de la clase Adafruit_SSD1306
Adafruit_SSD1306 display(ANCHO_PANTALLA,
ALTO_PANTALLA, &Wire, -1);
void setup() {
#ifdef __DEBUG__
  Serial.begin(9600);
  delay(100);
  Serial.println("Iniciando pantalla OLED");
#endif
  if (!display.begin(SSD1306_SWITCHCAPVCC, 0x3C)) {
#ifdef __DEBUG__
    Serial.println("No se encuentra la pantalla OLED");
#endif
  }
  while (true);
}
display.clearDisplay();// Limpiar buffer
display.setTextSize(1); // Tamaño del texto
display.setTextColor(SSD1306_WHITE);// Colordel texto
display.setCursor(10, 32); // Posición del texto
display.println("¡¡P R U E B A !!");
// Enviar a pantalla
display.display();
}
void loop() {}
```

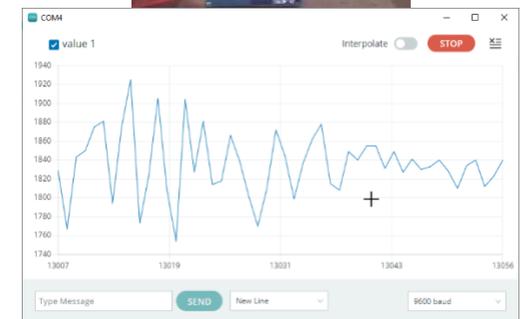
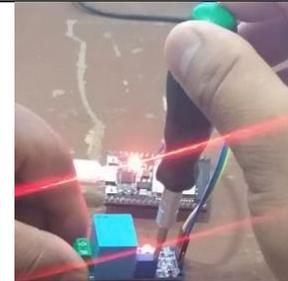
En el sensor giramos la perilla de calibración; en sentido horario a las manecillas de reloj, disminuye el valor, mientras que en sentido antihorario de las manecillas de reloj aumenta.

La señal la dejamos lo más parecida a una onda senoidal, quedando calibrado y funcionando.

Para el funcionamiento de la pantalla oled de 0.96", una vez instalada en el ESP32, descargamos las librerías *Adafruit_SSD1306* y *Adfruit-GFX-Library*, necesarias para el funcionamiento mediante el protocolo de comunicación I2C. Desde el gestor de librerías de Arduino ID o desde los enlaces:

<https://github.com/adafruit/Adafruit-GFX-Library>
https://github.com/adafruit/Adafruit_SSD1306

Finalmente utilizamos el Código #2.



Instalar las dependencias de la biblioteca

La biblioteca Adafruit SSD1306:2.5.6 necesita otras dependencias que actualmente no están instaladas:

- Adafruit BusIO
- Adafruit GFX Library

¿Quieres instalar todas las dependencias faltantes?

Instalar todo



Anexo 4. Tabla de estimación de riesgos.

TABLA XXXV
PROCESO DE ESTIMACIÓN DE RIESGOS

¿Quieres una matriz interactiva, automática y gratis? Crea tu cuenta en Pirani en <https://bit.ly/3fsCKYe>

PROCESO AL QUE ESTA ASOCIADO	¿CADA CUANTO PODRÍA SUCEDER?	¿QUÉ IMPACTO PODRÍA CAUSAR?	PROBABILIDAD	IMPACTO	ALIFICACIÓN DE RIESGO (NIVEL DE RIESGO)	MITIGACION	
Búsqueda del hardware a utilizarse	Sucede una vez por trimestre	Generaría pérdidas entre 21 y 100 dólares	3	2	3:2	Medio	INSTALACION DE PROTOTIPO
Búsqueda del hardware a utilizarse	Sucede una vez por semestre	Generaría pérdidas entre 21 y 100 dólares	2	2	2:2	Bajo	SEGUIR DIAGRAMA DE CONEXIÓN
pruebas de funcionamiento	Sucede una vez por mes	Generaría pérdidas entre 21 y 100 dólares	4	2	4:2	Medio	REVIZAR CONEXIÓN
adquisicion de los dispositivos	Sucede una vez por trimestre	Generaría pérdidas entre 21 y 100 dólares	3	2	3:2	Medio	CALIBRAR SENSORES
pruebas de funcionamiento	Sucede varias veces en un mes	Generaría pérdidas entre 21 y 100 dólares	5	2	5:2	Medio	DESARROLLO DE PAGINA WEB
definicion de tecnologias	Sucede una vez por año	Generaría pérdidas entre 101 y 1.000 dólares	1	3	1:3	Bajo	DESARROLLO DE PAGINA WEB
definicion de tecnologias	Sucede una vez por trimestre	Generaría pérdidas entre 101 y 1.000 dólares	3	3	3:3	Medio	DESARROLLO DE PAGINA WEB
definicion de tecnologias	Sucede una vez por año	Generaría pérdidas entre 101 y 1.000 dólares	1	3	1:3	Bajo	DESARROLLO DE PAGINA WEB
creacion de aplicación web	Sucede una vez por año	Generaría pérdidas entre 101 y 1.000 dólares	1	3	1:3	Bajo	DESARROLLO DE PAGINA WEB
pruebas de funcionalidad web	Sucede varias veces en un mes	Generaría pérdidas entre 21 y 100 dólares	5	2	5:2	Medio	ASEGURAR EL INGRESO DE CREDENCIALES CORRECTAS
pruebas de funcionalidad web	Sucede una vez por trimestre	Generaría pérdidas de 20 dólares o menos	3	1	3:1	Bajo	INFORMACION COHERENTE
documentos de conexión con tecnologias	Sucede una vez por año	Generaría pérdidas entre 21 y 100 dólares	1	2	1:2	Bajo	INFORMACION CLARA Y PRECISA
documentos de conexión con tecnologias	Sucede una vez por trimestre	Generaría pérdidas entre 21 y 100 dólares	3	2	3:2	Medio	DOCUMENTO ESTRUCTURADO

Anexo 5. Requerimientos funcionales

En la Tabla XXXVI se detalla los requerimientos funcionales que serán utilizados en el sistema.

TABLA XXXVI
DETALLE DE REQUERIMIENTOS FUNCIONALES

Número de requisito	Nombre de requisito	Descripción del requisito	Prioridad
RF001	Autenticar usuario	Es necesario que el sistema realice una verificación para confirmar que las credenciales ingresadas son válidas y pertenecen a una cuenta de usuario activa y autorizada para acceder al sistema. En caso de que las credenciales sean precisas, el sistema permitirá al usuario ingresar y utilizar las funcionalidades para las cuales está autorizado. Si, por el contrario, las credenciales no son correctas o no corresponden a una cuenta activa y autorizada, el sistema no permitirá el acceso y mostrará un mensaje de error al usuario.	Alta
RF002	Registrar Usuario	El sistema de base de datos NoSQL debe proporcionar un casillero donde se registre el dominio del usuario con su respectiva contraseña y fecha de ingreso, generando automáticamente una identidad única (ID), permitiendo también eliminar el usuario. Luego se debe validar la información del usuario y garantizar que la dirección de correo electrónico proporcionada sea única y no esté asociada con otra cuenta en el sistema. Una vez que el usuario ha proporcionado la información necesaria, Firebase crea una cuenta única y la almacena.	Alta
RF003	Visualizar usuario	El sistema de base datos debe mostrar en lista la información del perfil de usuarios como correo electrónico, fecha de ingreso, identidad única.	Alta
RF004	Restricción de lecturas	El sistema de base de datos contiene reglas que restringen la lectura de datos a los usuarios.	Alta
RF005	Registrar marcas de tiempo	El sistema permite guardar en la base de datos el tiempo actual en el que el microcontrolador envía la lectura. Además, muestra la fecha y hora de la última actualización de valores enviados por el ESP32.	Alta
RF006	Registrar lecturas de voltaje	El sistema permite guardar en la base el voltaje en el que el microcontrolador envía la lectura. Además, muestra la lectura actual de la última actualización de valores de voltaje enviados por el ESP32.	Alta
RF007	Visualizar en card lecturas	El sistema permite observar el voltaje y marca del tiempo en tiempo real, cuando el microcontrolador envía las lecturas. Además, muestra la lectura actual de la última actualización de valores de voltaje y marca del tiempo.	Alta

RF008	Visualizar en Medidor de lecturas	El sistema permite observar el voltaje en un medidor tipo reloj en tiempo real, donde una pluma se mueve cuando la lectura es registrada en la base de datos, muestra la lectura actual de la última actualización de valores de voltaje.	Alta
RF009	Visualizar en Gráfico las lecturas	El sistema permite observar el voltaje y marca de tiempo en un gráfico de curvas donde se muestra el historial de 40 lecturas en el lapso de cada 3 segundos, en tiempo real, cada punto marcado con un símbolo tipo diamante muestra la fecha y lectura de voltaje, mismo gráfico puede ser manipulado de diversas maneras como: descargar en diferentes formatos, imprimir y otros archivos necesarios para información.	Alta
RF010	Visualizar Leer cantidad de lecturas	El sistema permite ingresar el número de valores que se desea observar en el gráfico de voltaje y marca de tiempo desde 1 hasta 60.	Alta
RF011	Visualizar Tabla de lecturas	El sistema permite observar el voltaje y marca de tiempo en una tabla en tiempo real, muestra el historial de cada 100 datos guardados en la base datos, misma tabla puede ser manipulado de diversas maneras como: descargar en diferentes formatos, CSV y PDF.	Alta
RF012	Observar secuencia de lecturas	El sistema permite observar el voltaje y marca de tiempo en una tabla en tiempo real, muestra el historial de todos los datos guardados en la base datos, misma tabla puede ser manipulado de diversas maneras como: descargar en diferentes formatos, CSV y PDF.	Alta
RF013	Ocultar tabla	El sistema permite ocultar todos los valores guardados en la base de datos, ocultando la tabla de voltaje y marcas de tiempo.	Alta
RF014	Borrar todos los valores de la base de datos	El sistema permite borrar todos los valores guardados en la base de datos, con un mensaje de advertencia antes de eliminar por completo los datos.	Alta
RF015	Habilitar – deshabilitar visualización -check box	El sistema permite seleccionar mediante casillas de chec box, las opciones de visualización como: card, medidor, gráficos.	Alta
RF016	gestión de descarga en CSV-PDF-Imprimir-JPG	El cliente puede descargar la información de gráfico y tabla en formatos CSV -PDF-Imprimir-JPG.	Alta

Anexo 6. Elementos del modelado de la arquitectura

Especificación de caso de uso detallados: Autenticarse en la Tabla XXXVII, Reglas en la Tabla XXXVIII, registros en la Tabla XXXIX, visualización en la Tabla XL, gestión en la Tabla XLI, descargas en la Tabla XLII.

TABLA XXXVII
CASO DE USO – AUTENTICARSE

Caso de uso	Autenticarse
Actores	Administrador, cliente
Objetivos	Ingresar al sistema.
Precondiciones	Debe estar registrado y autenticado en el sistema.
Postcondiciones	Usuario autenticado.
Flujo básico	<ul style="list-style-type: none"> - El usuario ingresa el correo y la contraseña. - El usuario presiona el botón ingresar. - El sistema presenta la pantalla principal.
Flujo alternativo	<ul style="list-style-type: none"> - El sistema verifica si los datos ingresados son válidos. - Si los datos son incorrectos, el sistema se redirecciona a la pantalla del login, enviando un mensaje al usuario de que los datos son incorrectos. - Si el usuario ha sido baneado, el sistema se redirecciona a la pantalla del login, enviando un mensaje al usuario de que ha sido baneado.

TABLA XXXVIII
CASO DE USO – REGLAS

Caso de uso	Reglas
Actores	Administrador
Objetivos	Permisos para acceder a los datos registrados.
Precondiciones	Debe estar registrado y autenticado en el sistema como administrador.
Postcondiciones	Permisos para acceder a los datos registrados.
Flujo básico	<ul style="list-style-type: none"> - Se presenta la pantalla principal del administrador. - El administrador debe seleccionar la opción Realtime data base en el panel lateral de Firebase. - Se presenta la opción de reglas para ingresar permisos para leer y escribir. - Se presenta un campo para editar las reglas con código que autorice la escritura y lectura de datos.
Flujo alternativo	<ul style="list-style-type: none"> - El sistema de base de datos tiene un botón derecho en el que se realiza las pruebas de las reglas. - Se selecciona y se simula la regla introducida. - Si existe un fallo la regla, muestra un mensaje de error y en color rojo advirtiendo que no paso la prueba.

TABLA XXXIX
CASO DE USO – REGISTROS

Caso de uso	Registros
Actores	Administrador
Objetivos	Permitir el registro de marcas de tiempo y lecturas de voltaje.
Precondiciones	Debe estar registrado y autenticado en el sistema como administrador.
Postcondiciones	Registro de la fecha, hora y voltaje.
Flujo básico	<ul style="list-style-type: none"> - Se presenta la pantalla principal del administrador. - El administrador debe seleccionar la opción Realtime data base en el panel lateral de Firebase. - Se presenta la opción de elegir el nodo con el que se registró y el nombre del nodo que se especificó en el código. - Se presenta un campo para editar los valores registrados con sello de tiempo y lectura de voltaje.
Flujo alternativo	<ul style="list-style-type: none"> - El sistema tiene la opción de cambiar a cualquier marca de tiempo donde se lo ubique, en diferentes zonas horarias. - La marca de tiempo puede estar en diferentes formatos de lectura. - La lectura de voltaje puede tener algunos decimales.

TABLA XL
CASO DE USO – VISUALIZACIÓN

Caso de uso	Visualización
Actores	Administrador, Cliente
Objetivos	Permitir visualizar marcas de tiempo y lecturas de voltaje en tiempo real en artefactos como: card, medidor, gráfico, tabla.
Precondiciones	Debe estar registrado y autenticado en el sistema como administrador, cliente y con permisos de acceder al nodo de lecturas.
Postcondiciones	Visualización de marca de tiempo y voltaje en card, medidor, gráfico y tabla.
Flujo básico	<ul style="list-style-type: none"> - Se presenta la pantalla de inicio de sesión. - El cliente o administrador logeado pueden visualizar las lecturas de voltaje y marcas de tiempo. - Se presenta la opción de visualizar en card el valor en números del voltaje medido con su nombre, magnitud de medida y un símbolo identificativo. - Se presenta la opción de visualizar en medidor el valor en números del voltaje medido con su nombre, magnitud de medida en forma de reloj, con una aguja que se mueve cada vez que ingresa un nuevo valor medido. - Se presenta la opción de visualizar en gráfico el valor del voltaje medido con su nombre, magnitud de medida. - Se grafican los puntos de cada valor registrado en la base de datos con marcas de tiempo y valores de lecturas de voltaje. - Con el mouse se selecciona cada punto y se muestra la información deseada. - Se presenta un menú con la opción de descargar en diferentes formatos e imprimir las lecturas seleccionadas.
Flujo alternativo	<ul style="list-style-type: none"> - El sistema tiene la opción de ocultar todos los puntos de la gráfica pulsando sobre el nombre del sensor. - El sistema muestra los diferentes artefactos, aunque no se esté enviando información desde la base de datos, muestra la última lectura adquirida. - El sistema muestra las escalas automáticamente en el gráfico en los dos ejes.

	- La grafica tiene un límite de lecturas que se puede observar.
--	---

TABLA XLI
CASO DE USO –GESTIÓN

Caso de uso	Gestión
Actores	Administrador, Cliente
Objetivos	Gestionar lecturas a leer, borrar, secuenciar, ocultar, habilitar deshabilitar.
Precondiciones	Debe estar registrado y autenticado en el sistema como administrador o cliente.
Postcondiciones	Leer número de lecturas, borrar, ocultar, habilitar deshabilitar.
Flujo básico	<ul style="list-style-type: none"> - Se presenta la pantalla principal de visualizar los valores de lecturas de datos. - En la opción de seleccionar lecturas se muestra un casillero donde se ingresa el número de lecturas que se desea leer en valores numéricos. - El sistema muestra la gráfica del valor seleccionado, luego para observar todos los registros, se debe actualizar la página web. - El sistema permite borrar todas las lecturas en un botón de acción y también antes de eliminar por totalidad los datos nos muestran un mensaje preguntando si confirmamos la acción. - El sistema elimina por totalidad los datos guardados en la base de datos. - El sistema en un botón de acción nos permite ir mostrando en la tabla los valores guardados en la base de datos en un intervalo de 100 valores. - El sistema muestra todos los valores guardados en la base de datos cada vez que hacemos clic en el botón de mostrar más valores. - El sistema permite ocultar la tabla en un botón de acción. - El sistema oculta y muestra la tabla cada vez que se pulsa el botón de acción. - El sistema permite habilitar mediante opciones de chec box cada uno de los artefactos como: card, instrumento, gráfico. - El sistema permite deshabilitar mediante opciones de chec box cada uno de los artefactos como: card, instrumento, gráfico. - Con el mouse se selecciona cada uno de los casilleros chec box.
Flujo alternativo	<ul style="list-style-type: none"> - El sistema de forma predeterminada muestra la tarjeta(card), y el instrumento de medida. - El sistema deshabilita el chec box de la tabla, quedando opcional la visualización de la misma. - El sistema muestra en pantalla los botones de ocultar y mostrar la tabla. - El sistema muestra el botón de eliminar valores guardados en la base de datos.

TABLA XLII
CASO DE USO –DESCARGAS

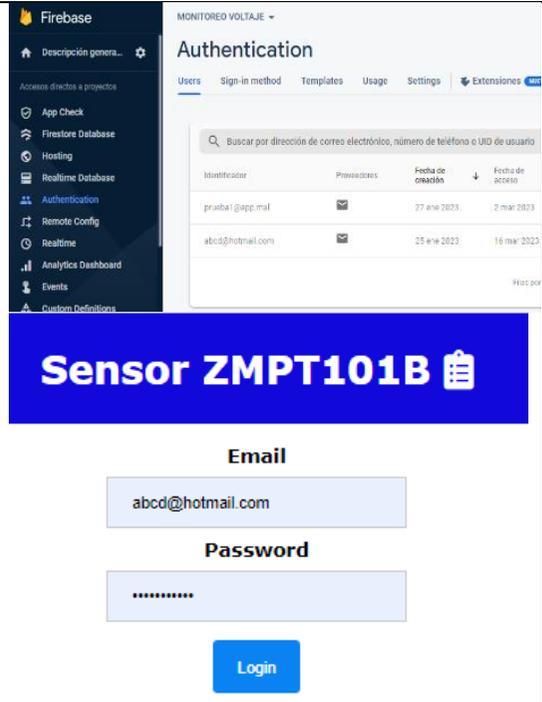
Caso de uso	Descargas
Actores	Administrador, Cliente
Objetivos	Permitir gestionar el formato de descarga.
Precondiciones	<ul style="list-style-type: none"> • Debe estar registrado y autenticado en el sistema como administrador o cliente. • Debe estar seleccionado el chec box de Gráfico. • Debe estar activado la opción de ver tabla.

Postcondiciones	Muestra los botones de descarga en formato PDF, CSV, y opciones de otros formatos JPG, imprimir.
Flujo básico	<ul style="list-style-type: none"> - Se presenta la pantalla principal de visualizar los valores de lecturas de datos. - En la opción de gráfico existe el menú donde se puede seleccionar el formato en que se desea gestionar el archivo de descarga, en algunos formatos necesarios para guardar la información. - En la opción de gráfico existe el menú donde se puede seleccionar imprimir la gráfica que se está examinando. - El sistema permite observar cada una de las acciones que se realiza al momento de gestionar el archivo o impresión necesaria. - El sistema permite descargar en formato CSV la tabla activada. - El sistema permite descargar en formato CSV cada actualización de valores y cada valor mostrado cuando se realiza la acción de clic en el botón de mostrar más valores. - El sistema permite descargar en formato PDF la tabla activada. - El sistema permite descargar en formato PDF cada actualización de valores y cada valor mostrado cuando se realiza la acción de clic en el botón de mostrar más valores. - El sistema permite visualizar cuando se descarga en el Formato CSV y PDF.
Flujo alternativo	<ul style="list-style-type: none"> - Los botones del apartado de descargas solamente aparecen cuando se selecciona la tabla para mostrar y el botón de mostrar más valores. - El sistema actualiza la tabla cada vez que se pulsa los botones de acción de mostrar valores de tabla y mostrar más resultados.

Anexo 7. Organización de la aplicación web

En la Tabla XLIII se muestra en detalle la estructura de la aplicación web.

TABLA XLIII
ESTRUCTURA DE LA APLICACIÓN WEB

<p>Antes de iniciar con el desarrollo de la app, se debe considerar el registro con una cuenta de Google y agregar un proyecto nuevo en Firebase. En nuestro caso lo hemos denominado “MONITOREO VOLTAJE”, para luego establecer los métodos de autenticación, clave API del proyecto, base de datos en tiempo real, iniciando en modo de prueba para las reglas de seguridad.</p>	 <p>The screenshot shows the Firebase Authentication interface. On the left is a sidebar with navigation options like 'App Check', 'Firestore Database', 'Hosting', 'Realtime Database', 'Authentication', 'Remote Config', 'Realtime', 'Analytics Dashboard', 'Events', and 'Custom Definitions'. The main area is titled 'Authentication' and includes a search bar and a table of users. Below the table is a blue banner for 'Sensor ZMPT101B' and a login form with fields for 'Email' (containing 'abcd@hotmail.com') and 'Password' (masked with dots), and a 'Login' button.</p>
<p>En el editor de código Visual Studio Code, instalamos la extensión de PlataformIO, iniciando un nuevo proyecto con el nombre: esp32moni, la placa Esp32 devkit-v1, platform: espressif32 framework: Arduino, ya que estamos familiarizados con el IDE de Arduino soportado por Espressif System. Además, instalamos las herramientas de firebase para integrarlo y realizar firebase deploy desde aquí.</p>	
<p>Firestore: esta carpeta se crea con un archivo de cache automáticamente al instalar las herramientas de firebase. Pio: esta carpeta contiene archivos relacionados con la construcción en el ESP32 y dependencia de librerías generadas por el framework. VScode: se auto genera para propiedades de configuración y extensiones. json.</p>	

include: es una carpeta con archivos `.h`, de encabezado que contiene declaraciones `C` y definiciones de macro para ser compartido entre varios archivos fuente del proyecto. Se incluyen declaraciones creadas manualmente, como es el caso de claves API KEY que Firebase brinda para realizar conexiones entre las tecnologías, contraseñas de la red Wi-Fi, autorización de usuarios y contraseñas.

lib: Este directorio está destinado a bibliotecas (privadas) específicas del proyecto.

PlatformIO los compilará en bibliotecas estáticas y los vinculará a un archivo ejecutable. Se incluye la biblioteca de sensor ZMPT101B, Firebase y pantalla oled.

.public: incluye la carpeta scripts y texto HTML para construir una página web.

scripts: devuelven información para las plantillas HTML.

auth.js: gestiona inicio y cierre de sesión.

charts-definition.js: Este archivo crea los diferentes gráficos utilizando la biblioteca javascript de highcharts.

data_table.js: este archivo crea el formato para descarga en CSV.

gauges-definition.js: contiene funciones para crear medidor, muestra un medidor para el voltaje.

index.js: maneja la interfaz de usuario; muestra el contenido correcto según el estado de autenticación del usuario. Cuando inicia sesión, este archivo obtiene nuevas lecturas de la base de datos cada vez que hay un cambio y los muestra en los lugares correctos.

Key.js: contiene la configuración de valores, claves, nombres API KEY, inicialización de Firebase.

tablePDF.js: este archivo crea el formato para descarga en PDF.

404.html: archivo creado automáticamente para dar un aviso de: página no funciona.

elec.gif: gif que constantemente está en la página funcionando.

favicon.ico: este icono se muestra en la barra de título de la página web.

index.html: muestra las etiquetas y la sistematización de la información mostrada en la página web.

style.css: este archivo contiene todos los estilos CSS de la aplicación web.

main.cpp: este archivo contiene la lógica que el microcontrolador realiza, tanto de recepción de valores calibrados y leídos por el sensor, así como de intercambio de información con la base de datos, y la conexión a la red Wi-Fi. Además, los tiempos con los que se muestran en la pantalla oled y se envían a la base de datos.

test: Este directorio está destinado a PlatformIO Test Runner y pruebas de proyectos.

.firebaserc: carpeta creada automática nombre del proyecto.

.gitignore: carpeta creada automática para integración git.

database.rules.json: reglas de base de datos.

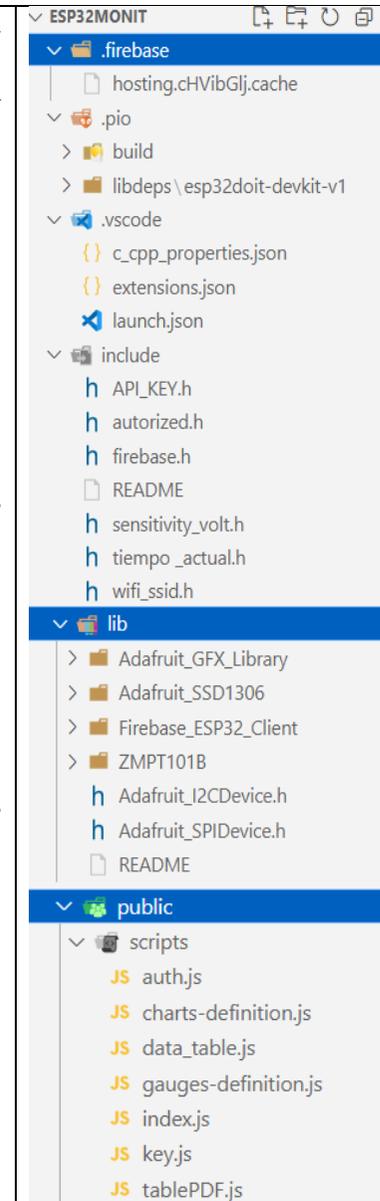
firebase.json: lógicas de reglas de base de datos.

firebase.json: lógicas de reglas de base de datos.

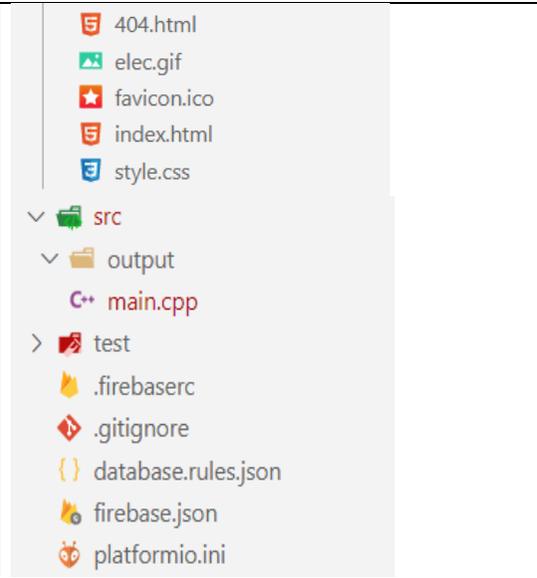
plataformio.ini: Archivo de configuración del proyecto PlatformIO, define la placa, plataforma y framework para los cuales se va a compilar el programa.

Las librerías personales creadas para el proyecto son las siguientes:

API_KEY.h: donde se inserta la API del proyecto creado en Firebase.



authorized.h: se ingresa los correos y contraseñas Autorizadas.
 firebase.h: se ingresa el Host, Auth, Url de Firebase.
 sensitivity_volt.h: aquí se incluye las librerías y funciones para calibrar el ADC, sensibilidad y scale del ESP32.
 tiempo_actual.h: esta función obtiene el tiempo en época actual.
 Wi-Fi_ssid.h: se ingresa el nombre de la red Wi-Fi y la contraseña de la misma.



Luego de describir la estructura de la aplicación web, en la Tabla XLIV se refiere a las funciones del código:

TABLA XLIV
FUNCIÓN DEL CÓDIGO EN ESP32

En el archivo main .cpp, incluimos las operaciones que va a procesar el ESP32. Primero, incluimos la librería a utilizar, se recalca que, para poder utilizar los mismos comandos de Arduino IDE, se incluye la librería <Arduino.h> en la primera línea, además se comenta cada código como buena práctica de desarrollo. Se definen las variables y constantes para el servidor (80), sensor, pantalla oled.

```

C++ main.cpp 2 • tiempo_actual.h platformio.ini
src > C++ main.cpp > ...
1 #include <Arduino.h> //compatibilidad con arduino 10 // librerias personales include
2 #include <SPI.h> //Pantalla oled 11 #include "sensitivity_volt.h"
3 #include <Wire.h> 12 #include "wifi_ssid.h"
4 #include <Adafruit_GFX.h> 13 #include "firebase.h"
5 #include <Adafruit_SSD1306.h> // 14 #include "authorized.h"
6 #include <WiFi.h> 15 #include "API_KEY.h"
7 #include <FirebaseESP32.h> 16 #include "tiempo_actual.h"
8 #include <ZMPT101B.h> 17
9 #include "time.h"
  
```

	<pre> 18 WiFiServer server(80); 19 int contconexion = 0; 20 String header; // Variable para guardar el HTTP request 21 ZMPT101B voltageSensor (34); // se declara el PIN 22 unsigned int dcOffsetSamples= 0; // Offset sensor ZMPT101B 23 24 #define OLED_RESET 4 25 Adafruit_SSD1306 display(OLED_RESET); 26 #if (SSD1306_LCDHEIGHT != 32) 27 #error("Height incorrect, please fix Adafruit_SSD1306.h!"); 28 #endif </pre>
<p>La configuración de Firebase se incluye, definiendo objetos, variables a guardar, nodos, marca de tiempo, token, temporizador.</p> <p>Dentro de la configuración void setup(), se ingresa la calibración ADC, la velocidad 9600 baudios, se imprime el Offset, se acondiciona los valores leídos por el sensor en un ciclo de 1000 microsegundos y cada 100 lecturas y se imprime el valor.</p> <p>En el siguiente bloque realizamos la conexión a la red Wi-Fi, se imprime la dirección ip, iniciamos los servidores, las herramientas de host y auth de firebase, inicializa la pantalla oled.</p> <p>El siguiente segmento de código se asigna la clave API, credenciales de inicio de sesión y demás configuraciones para la conexión con la base de datos de firebase, en la figura se comenta las líneas de código.</p> <p>En el void loop() se inicia con la atenuación y resolución del microcontrolador, para luego enviar nuevas lecturas de tiempo y de la lectura del sensor a la base de datos. Utiliza JSON como</p>	<pre> //-----SETUP FIREBASE----- #include "addons/TokenHelper.h" //proceso de generación del token. #include "addons/RTDBHelper.h" //carga útil de RTDB y otras funciones auxiliares FirebaseData fbdo; // Definir objetos de Firebase FirebaseAuth auth; FirebaseConfig config; String uid; // Variable a guardar USER UID String voltPath = "/volt"; // Nodos secundarios de la base de datos String timePath = "/timestamp"; String parentPath; // Nodo principal (que se actualizará en cada ciclo) int timestamp; FirebaseJson json; const char* ntpServer = "pool.ntp.org"; //servidor de marca de tiempo FirebaseData firebaseData; // Objeto de datos de Firebase String databasePath; // Variables para guardar las rutas de la base de datos // Temporizador de variables (envía nuevas lecturas cada tres minutos) unsigned long sendDataPrevMillis = 0; unsigned long timerDelay = 180000; //3min=180000 miliseconds //2min= 120000 milisegundos....1min=60000 ms void setup() { int smooth_val = 0; // calibración ADC for(int i=0; i < samples; i++){ smooth_val = adc1_get_raw(A4); } smooth_val /= samples; if(smooth_val > 4095){smooth_val = 4095;} Serial.begin(9600); // número de símbolos por segundo (baudios) Serial.println("Removing DC Offset..."); Serial.println(""); </pre>

formato de texto para el intercambio de datos entre el microcontrolador y la base de datos. Siguiendo el código se analiza la conexión de los clientes y la respuesta de 200 ok, se utiliza la librería Wi-FiClient.

Seguidamente limpiamos variable y cerramos la conexión. Además, se borra el buffer de la pantalla oled y se imprime en la pantalla la IP, con los valores del voltaje.

Finalizamos el código con el cálculo de los valores de voltaje RMS en un ciclo de 60, imprimiendo los valores en la pantalla cada 2000 milisegundos.

```

unsigned int accum = 0; // valores del sensor muestreados
for(int i=0; i<100; i++)
{
    accum += analogRead(34),
    delayMicroseconds(1000); //intervalo de tiempo de lecturas
}
dcOffsetSamples = accum/100; //cada 100 lecturas
float dcOffsetVolts = dcOffsetSamples * Vref/ADCScale;
voltageSensor.setZeroPoint(dcOffsetSamples);
voltageSensor.setSensitivity((sensitivity));
//Serial.println(String("DC offset = ") + dcOffsetVolts + "Volts");
printf("DC offset = %f Volts\n", dcOffsetVolts);

void loop() {

    adc1_config_channel_atten(A4, ADC_ATTEN_DB_11); //ESTA INSTRUCCIÓN SE REFIERE A
    adc1_config_width(ADC_WIDTH_BIT_12); //ESTA INSTRUCCIÓN SE REFIERE A LA RESOLU

    // Enviar nuevas lecturas a la base de datos
    if (Firebase.ready() && (millis() - sendDataPrevMillis > timerDelay) || sendDataPrevMillis = millis();

        timestamp = getTime();
        Serial.print ("time: ");
        Serial.println (timestamp);

        parentPath= databasePath + "/" + String(timestamp);

        json.set(voltPath.c_str(), String((voltageSensor.getVoltageAC(60))));
        json.set(timePath, String(timestamp));
        Serial.printf("Set json... %s\n", Firebase.RTDB.setJSON(&fbdo, parentPath.c

}

header = ""; // Limpiamos la variable header
client.stop(); // Cerramos la conexión
Serial.println("Client disconnected.");
Serial.println("");
}

//pantalla oled IP
display.clearDisplay(); // Clear the buffer.
display.setTextSize(1);
display.setTextColor(WHITE);
display.setCursor(30,0);
display.print(WiFi.localIP() );
display.print(" IP");
display.display();
//pantalla oled Voltaje
display.setTextSize(2);
display.setTextColor(WHITE);
display.setCursor(5,15);
display.print(voltageSensor.getVoltageAC(60));
display.print(" V");
display.drawRect(1, 12, 100, 19, WHITE); //rectángulo
display.display();

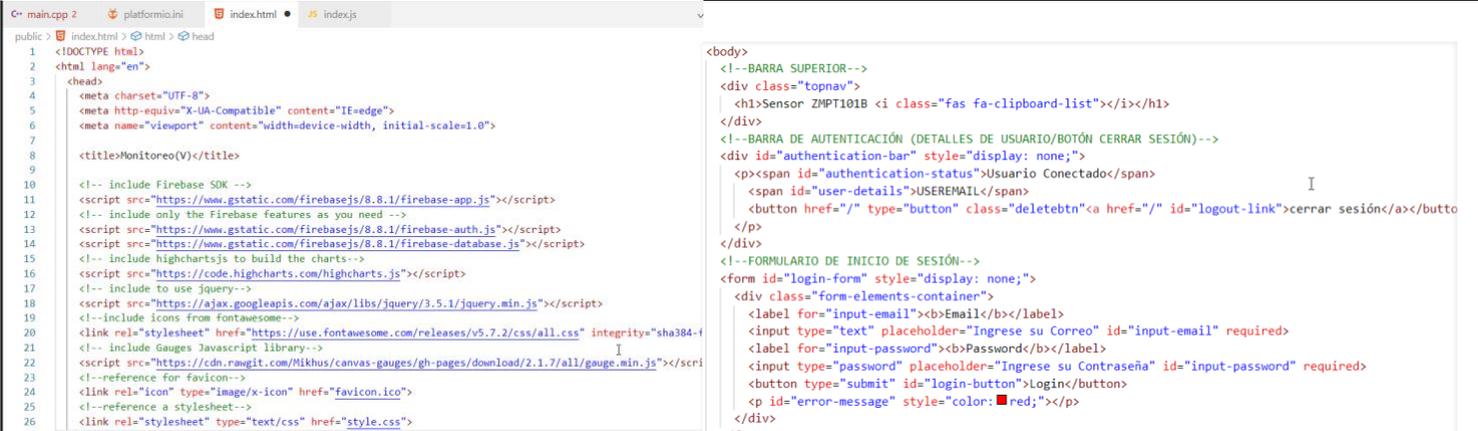
WiFiClient client = server.available(); // Escucha a los clientes entrantes
if (client) { // Si se conecta un nuevo cliente
    Serial.println("New client."); //
    String currentLine = ""; //
    while (client.connected()) { // loop mientras el cliente está conectado
        if (client.available()) { // si hay bytes para leer desde el cliente
            char c = client.read(); // lee un byte
            Serial.write(c); // imprime ese byte en el monitor serial
            header += c; // si el byte es un caracter de salto de línea
            if (c == '\n') { // si la nueva línea está en blanco significa que es el fin del
                // HTTP request del cliente, entonces respondemos:
                if (currentLine.length() == 0) {
                    client.println("HTTP/1.1 200 OK");
                    client.println("Content-type:text/html");
                    client.println("Connection: close");
                    client.println();
                    // la respuesta HTTP termina con una línea en blanco
                    client.println();
                    break;
                } else { // si tenemos una nueva línea limpiamos currentLine
                    currentLine = "";
                }
            } else if (c != '\r') { // si C es distinto al caracter de retorno de carro
                currentLine += c; // lo agrega al final de currentLine
            }
        }
    }
}

```

<pre> config.api_key = API_KEY;// Asigne la clave api (obligatorio) // Asigne las credenciales de inicio de sesión del usuario auth.user.email = USER_EMAIL1, USER_EMAIL2; auth.user.password = USER_PASSWORD1, USER_PASSWORD2; config.database_url = DATABASE_URL; // Asigne la URL de RTDB (obligatorio) Firebase.reconnectWiFi(true); fbdo.setResponseSize(4096); // Asigne la función de devolución de llamada para la tarea de generación de config.token_status_callback = tokenStatusCallback; //see addons/TokenHelper. // Asigne el reintento máximo de generación de tokens config.max_token_generation_retry = 5; // Inicialice la biblioteca con la autenticación y configuración de Firebase Firebase.begin(&config, &auth); // Obtener el UID del usuario puede tardar unos segundos Serial.println("Getting User UID"); while ((auth.token.uid) == "") { Serial.print('.'); delay(1000);//tiempo de espera } uid = auth.token.uid.c_str();// Imprime user UID Serial.print("User UID: "); Serial.println(uid); // Actualizar la ruta de la base de datos databasePath = "/UsersData/" + uid + "/volt"; </pre>	<pre> //Grab un ciclo de datos y calcula RMS float Vrms = voltageSensor.getVoltageAC(60); Serial.println(Vrms); delay(2000); //2min= 120000 milisegundos </pre>	<pre> // Conexión WIFI WiFi.begin(WIFI_SSID, WIFI_PASSWORD); Serial.print("Conectado al wifi"); //Cuenta hasta 50 si no se puede conectar lo cancela while (WiFi.status() != WL_CONNECTED and contconexion <50){ ++contconexion; delay(500); Serial.print("."); } if (contconexion <50) { Serial.println(""); Serial.println("Wifi conectado"); Serial.println(WiFi.localIP()); server.begin(); // iniciamos el servidor } else { Serial.println(""); Serial.println("Error de conexión"); } Firebase.begin(FIREBASE_HOST, FIREBASE_AUTH); Firebase.reconnectWiFi(true); //Inicializa OLED I2C 0x3C (para 128x64) display.begin(SSD1306_SWITCHCAPVCC, 0x3C); display.clearDisplay(); display.display(); configTime(0, 0, ntpServer); //servidor de marca de tiempo </pre>
--	---	---

Una vez descrito el código del ESP32, a continuación, detallamos en la Tabla XLV la aplicación web creada en HTML, JS, CSS:

TABLA XLV
CÓDIGO DE APLICACIÓN WEB

<p>Se incluye el encabezado, título, y las librerías a utilizar como: Firebase, highcharts, jquery, fontawesome, Gauges, favicon. Luego diseñamos las barras y formularios de inicio y cierre de sesión. Seguimos con el contenido de lecturas del sensor y la última actualización del tiempo y valores medidos por el sensor, además, card, medidor, gráficos, utilizando</p>	 <pre> public > main.cpp 2 platformio.ini index.html JS index.js 1 <!DOCTYPE html> 2 <html lang="en"> 3 <head> 4 <meta charset="UTF-8"> 5 <meta http-equiv="X-UA-Compatible" content="IE=edge"> 6 <meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1.0"> 7 <title>Monitoreo(V)/</title> 8 9 <!-- include Firebase SDK --> 10 <script src="https://www.gstatic.com/firebasejs/8.8.1/firebase-app.js"></script> 11 <!-- include only the Firebase features as you need --> 12 <script src="https://www.gstatic.com/firebasejs/8.8.1/firebase-auth.js"></script> 13 <script src="https://www.gstatic.com/firebasejs/8.8.1/firebase-database.js"></script> 14 <!-- include highchartsjs to build the charts --> 15 <script src="https://code.highcharts.com/highcharts.js"></script> 16 <!-- include to use jquery --> 17 <script src="https://ajax.googleapis.com/ajax/libs/jquery/3.5.1/jquery.min.js"></script> 18 <!-- include icons from fontawesome --> 19 <link rel="stylesheet" href="https://use.fontawesome.com/releases/v5.7.2/css/all.css" integrity="sha384-f" 20 <!-- include Gauges Javascript library --> 21 <script src="https://cdn.rawgit.com/Mikhus/canvas-gauges/gh-pages/download/2.1.7/all/gauge.min.js"></scri 22 <!-- reference for favicon --> 23 <link rel="icon" type="image/x-icon" href="favicon.ico"> 24 <!-- reference a stylesheet --> 25 <link rel="stylesheet" type="text/css" href="style.css"> 26 </head> 27 <body> <!-- BARRA SUPERIOR --> <div class="topnav"> <h1>Sensor ZMPT101B <i class="fas fa-clipboard-list"></i></h1> </div> <!-- BARRA DE AUTENTICACIÓN (DETALLES DE USUARIO/BOTÓN CERRAR SESIÓN) --> <div id="authentication-bar" style="display: none;"> <p>Usuario Conectado USEREMAIL <button href="#" type="button" class="deletebtn" cerrar sesión</butto </p> </div> <!-- FORMULARIO DE INICIO DE SESIÓN --> <form id="login-form" style="display: none;"> <div class="form-elements-container"> <label for="input-email">Email</label> <input type="text" placeholder="Ingrese su Correo" id="input-email" required> <label for="input-password">Password</label> <input type="password" placeholder="Ingrese su Contraseña" id="input-password" required> <button type="submit" id="login-button">Login</button> <p id="error-message" style="color: red;"></p> </div> </form> </pre>
---	--

las librerías para fas fa lightbulb que integra un icono de un foco. Se establece el campo de entrada para el numero de lecturas, y los gráficos donde se muestran las lecturas y marcas de tiempo. Así como también los botones para manejo de datos: ver, ocultar, borrar.

Se describe la manera como se borra los datos, realizando pregunta de confirmación.

Se incluye la tabla con todos los datos generados, con la marca de tiempo y el Voltaje, conteniendo los botones de más resultados y descarga en formato csv y pdf.

Al final se incluyen archivos como elec.gif, y scripts que se utilizaran en la aplicación.

```

<!--CONTENIDO (LECTURAS DEL SENSOR)-->
<div class="content-sign-in" id="content-sign-in" style="display: none;">
<!--ÚLTIMA ACTUALIZACIÓN-->
<p><span class="date-time">Última actualización: <span id="lastUpdate"></span></span></p>
<p>
Cards: <input type="checkbox" id="cards-checkbox" name="cards-checkbox" checked>
Medidor: <input type="checkbox" id="gauges-checkbox" name="gauges-checkbox" checked>
Gráficos: <input type="checkbox" id="charts-checkbox" name="charts-checkbox" unchecked>
</p>
<div id="cards-div">
<div class="cards">
<!--VOLTAJE-->
<div class="card">
<p><i class="fas fa-lightbulb" style="color:#059e8a;"></i> VOLTAJE</p>
<p><span class="reading"><span id="volt"></span> V</span></p>
</div>
</div>
</div>
<!--MEDIDORES-->
<div id="gauges-div">
<div class="cards">
<!--Voltaje-->
<div class="card">
<canvas id="gauge-voltage"></canvas>
</div>
</div>
</div>

```

```

<!--GRÁFICOS-->
<div id="charts-div" style="display:none">
<!--ESTABLECER NÚMERO DE LECTURAS - CAMPO DE ENTRADA-->
<div>
<p> Número de lecturas: <input type="number" id="charts-range"></p>
</div>
<!--voltaje-CHART-->
<div class="cards">
<div class="card">
<p><i class="fas fa-lightbulb" style="color: #fccc06;"></i> --Voltaje-CHART--</p>
<div id="chart-volt" class="chart-container"></div>
</div>
</div>
<!--BOTONES PARA MANEJO DE DATOS-->
<p>
<!--botón ver datos-->
<button id="view-data-button">Ver todos los datos</button>
<!--botón Ocultar datos-->
<button id="hide-data-button" style="display:none;">Ocultar datos</button>
<!--botón Borrar datos-->
<button id="delete-button" class="deletebtn">Borrar Datos</button>
</p>

```

```

<!--Modal para borrar datos-->
<div id="delete-modal" class="modal" style="display:none">
  <span onclick="document.getElementById('delete-modal').style.display='none'" class="close" title="Close" ></span>
  <form id="delete-data-form" class="modal-content" action="">
    <div class="container">
      <h1>Borrar Datos</h1>
      <p>¿Está seguro de que desea eliminar todos los datos de la base de datos?</p>
      <div class="clearfix">
        <button type="button" onclick="document.getElementById('delete-modal').style.display='none'" >Cancelar</button>
        <button type="submit" onclick="document.getElementById('delete-modal').style.display='none'" >Eliminar</button>
      </div>
    </div>
  </form>
</div>

<!--TABLA CON TODOS LOS DATOS-->
<div class="cards">
  <div class="card" id="table-container" style="display:none;">
    <table id="readings-table">
      <tr id="thead">
        <th>Marca de tiempo</th>
        <th>Voltaje V</th>
      </tr>
      <tbody id="tbody">
      </tbody>
    </table>
    <p><button id="load-data" style="display:none;">Mas resultados...</button></p>
    <div class="container">
      <h2>DESCARGA</h2>
      <button onclick="export2csv()">CSV</button>
      <button id="pdfout">PDF</button>
    </div>
  </div>
</div>

<div>
  
  <!--INCLUYE ARCHIVOS JS-->
  <script src="scripts/auth.js"></script>
  <script src="scripts/charts-definition.js"></script>
  <script src="scripts/gauges-definition.js"></script>
  <script src="scripts/index.js"></script>
  <script src="scripts/data_table.js"></script>
  <script src="scripts/tablePDF.js"></script>
  <script src="scripts/key.js"></script>
  <!--HTML PDF-->
  <script src="https://cdnjs.cloudflare.com/ajax/libs/jspdf/1.5.3/jspdf.debug.js" integrity="sha384-NawTHo" ></script>
  <script type="text/javascript" src="https://cdn.jsdelivr.net/npm/html2canvas@1.0.0-rc.1/dist/html2canvas.js" ></script>
  <!--MENU HAIC Seguir vínculo (ctrl + clic)>
  <script src="https://code.highcharts.com/modules/exporting.js"></script>
  <script src="https://code.highcharts.com/modules/export-data.js"></script>
  <script src="https://code.highcharts.com/modules/accessibility.js"></script>
</body>
</html>

```

Para saber si existe algún error de página se muestra el archivo 404.html. creado automáticamente por las herramientas de firebase.

```
<!DOCTYPE html>
<html>
  <head>
    <meta charset="utf-8">
    <meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1">
    <title>Page Not Found</title>

    <style media="screen">
      body { background: #ECEFF1; color: rgba(0,0,0,0.87); font-family: Roboto, Helvetica, Arial, sans-serif; }
      #message { background: white; max-width: 360px; margin: 100px auto 16px; padding: 32px 24px 16px; border: 1px solid #ccc; }
      #message h3 { color: #888; font-weight: normal; font-size: 16px; margin: 16px 0 12px; }
      #message h2 { color: #ffa100; font-weight: bold; font-size: 16px; margin: 0 0 8px; }
      #message h1 { font-size: 22px; font-weight: 300; color: rgba(0,0,0,0.6); margin: 0 0 16px; }
      #message p { line-height: 140%; margin: 16px 0 24px; font-size: 14px; }
      #message a { display: block; text-align: center; background: #039be5; text-transform: uppercase; text-decoration: none; padding: 8px 16px; }
      #message, #message a { box-shadow: 0 1px 3px rgba(0,0,0,0.12), 0 1px 2px rgba(0,0,0,0.24); }
      #load { color: rgba(0,0,0,0.4); text-align: center; font-size: 13px; }
      @media (max-width: 600px) {
        body, #message { margin-top: 0; background: white; box-shadow: none; }
        body { border-top: 16px solid #ffa100; }
      }
    </style>
  </head>
  <body>
    <div id="message">
      <h2>404</h2>
      <h1>Page Not Found</h1>
      <p>The specified file was not found on this website. Please check the URL for mistakes and try again.</p>
    </div>
  </body>
</html>
```

En la carpeta scripts se han creado el archivo auth.js que detecta los cambios de estado de autenticación, login, obtiene información del usuario, inicia sesión, cierre y reinicio. Si existe algún error, se muestra un mensaje, para finalmente cerrar sesión.

```
document.addEventListener("DOMContentLoaded", function(){
// escuche los cambios de estado de autenticación
auth.onAuthStateChanged(user => {
  if (user) {
    console.log("user logged in");
    console.log(user);
    setupUI(user);
    let uid = user.uid;
    console.log(uid);
  } else {
    console.log("user logged out");
    setupUI();
  }
});
// login
const loginForm = document.querySelector('#login-form');
loginForm.addEventListener('submit', (e) => {
  e.preventDefault();
  // obtener información del usuario
  const email = loginForm['input-email'].value;
  const password = loginForm['input-password'].value;
  // Inicia sesión en el usuario
  auth.signInWithEmailAndPassword(email, password).then((cred) => {
  // cierre el formulario de inicio de sesión y reinicio
    loginForm.reset();
    console.log(email);
  });
});

.catch((error) =>{
  const errorCode = error.code;
  const errorMessage = error.message;
  document.getElementById("error-message").innerHTML = errorMessage;
  console.log(errorMessage);
});
});
// logout
const logout = document.querySelector('#logout-link');
logout.addEventListener('click', (e) => {
  e.preventDefault();
  auth.signOut();
});
});
```

charts-definition.js: crea los gráficos cuando se carga la aplicación web, existen funciones, la hora actual, una curva y un símbolo tipo diamante. En el eje de las x está el tiempo de segmento de 1 hora. En el eje y, el valor del voltaje, la gráfica contiene 40 puntos de valores medidos. Además, cuenta con un menú de opciones para poder descargar, imprimir y visualizar valores registrados en la gráfica.

```
// Crear los gráficos cuando se carga la página web
window.addEventListener('load', onload);
function onload(event){
  chartT = createVoltageChart();
}
// Crea voltage Chart
function createVoltageChart() {
  let chart = new Highcharts.Chart({
    //muestra la hora actual
    time:{
      useUTC: false
    },
    //
    chart:{
      renderTo:'chart-volt',
      type: 'spline'
    },
    series: [
      {
        name: 'ZMPT101B',
        marker: {
          symbol: 'diamond'
        }
      }
    ],
    title: {
      text: undefined
    },
  });
  // función para trazar valores en gráficos
  function plotValues(chart, timestamp, value){
    let x = epochToJsDate(timestamp).getTime();
    let y = Number (value);
    if(chart.series[0].data.length > 40) {
      chart.series[0].addPoint([x, y], true, true, true);
    } else {
      chart.series[0].addPoint([x, y], true, false, true);
    }
  }
}

plotOptions: {
  line: {
    animation: false,
    dataLabels: {
      enabled: true
    }
  },
},
xAxis: {
  type: 'datetime',
  dateTimeLabelFormats: { second: '%H:%M:%S' }
},
yAxis: {
  title: {
    text: 'voltage(V)'
  }
},
credits: {
  enabled: false
}
});
return chart;
}
```

data_table.js: exporta los valores de las tablas a formato csv, los ordena a los valores separados por una coma y en columnas.

```
function export2csv() {
  let data = "";
  const tableData = [];
  const rows = document.querySelectorAll("table tr");
  for (const row of rows) {
    const rowData = [];
    for (const [index, column] of row.querySelectorAll("th, td").entries()) {
      // Para conservar las comas en la columna "Descripción",
      //podemos encerrar esos campos entre comillas.
      if ((index + 1) % 3 === 0) {
        rowData.push("'" + column.innerText + "'");
      } else {
        rowData.push(column.innerText);
      }
    }
    tableData.push(rowData.join(","));
  }
  data += tableData.join("\n");
  const a = document.createElement("a");
  a.href = URL.createObjectURL(new Blob([data], { type: "text/csv" }));
  a.setAttribute("download", "dataVolt.csv");
  document.body.appendChild(a);
  a.click();
  document.body.removeChild(a);
}
```

gauges_definition.js: crea un instrumento de medición en forma de reloj, con una aguja que marca el valor medido y se mueve cada vez que adquiere un valor, se muestra en un recuadro el dato medido, con colores que marcan una franja de donde están los límites de 106V a 127V, que son los rangos admitidos según la norma.
La pluma tiene una animación que se mueve a una velocidad de 2000 milisegundos y también marca un color amarillo.

```
// Create voltage Gauge
function createVoltageGauge() {
  let gauge = new RadialGauge({
    renderTo: 'gauge-voltage',
    width: 300,
    height: 300,
    units: "V",
    minValue: 0,
    maxValue: 250,
    colorValueBoxRect: "#049faa",
    colorValueBoxRectEnd: "#049faa",
    colorValueBoxBackground: "#f1fbfc",
    valueDec: 2,
    valueInt: 2,
    majorTicks: [
      "0",
      "50",
      "100",
      "150",
      "200",
      "250"
    ],
    minorTicks: 5,
    strokeTicks: true,
    highlights: [
      {
        "from": 110,
        "to": 125,
        "color": "rgba(50, 200, 200, .75)"
      }
    ],
    colorPlate: "#fff",
    colorBarProgress: "#FEFD08",
    colorBarProgressEnd: "FEFD08",
    bordersShadowWidth: 0,
    borders: false,
    needleType: "arrow",
    needleWidth: 2,
    needleCircleSize: 7,
    needleCircleOuter: true,
    needleCircleInner: false,
    animationDuration: 2000,
    animationRule: "linear",
    barWidth: 10,
  });
  return gauge;
}
```

Key.js: aquí se especifica los valores de configuración de Firebase, se inicializa la app, con la referencia de autenticación y base de datos.

```
const firebaseConfig = {
  apiKey: "AIzaSyA4KNM0LQWt54e3J052Nt6Hn9hZCl6vtQI",
  authDomain: "monitoreo-voltaje.firebaseio.com",
  databaseURL: "https://monitoreo-voltaje-default-rtdb.firebaseio.com",
  projectId: "monitoreo-voltaje",
  storageBucket: "monitoreo-voltaje.appspot.com",
  messagingSenderId: "306467687879",
  appId: "1:306467687879:web:89cdb3389175047f20dde2",
  measurementId: "G-78HQMW5B2W"
};

firebase.initializeApp(firebaseConfig);

// Hacer referencias de autenticación y base de datos
const auth = firebase.auth();
const db = firebase.database();
```

tablePDF.js: el código descarga la información de la tabla en formato PDF, y en hoja A4, compatible con algunas tecnologías para celular.

```

var table_container = document.getElementById('table-container'),
    pdfout = document.getElementById('pdfout');
pdfout.onclick = function(){
    var doc = new jsPDF('p', 'pt', 'a4',true);
    var margin = 10;
    var scale = (doc.internal.pageSize.width - margin * 15) / document.getElementById('table-container').width;
    var scale_mobile = (doc.internal.pageSize.width - margin * 15) / document.getElementById('table-container').width;

    if(/Android|webOS|iPhone|iPad|iPod|BlackBerry|IEMobile|Opera Mi

        doc.html(table_container, {
            x: margin,
            y: margin,
            html2canvas:{
                scale: scale_mobile,
            },
            callback: function(doc){
                doc.output('dataurlnewwindow', {filename: 'pdf.pdf'});
            }
        });
    } else{
        doc.html(table_container, {
            x: margin,
            y: margin,
            html2canvas:{
                scale: scale,
            },
            callback: function(doc){
                doc.output('dataurlnewwindow', {filename: 'pdf.pdf'});
            }
        });
    }
};

```

En el index.js: se integra todas las lógicas para que cada Script funcione junto con la app web. Primero convierte la hora a formato legible para poder ser leído por el usuario. Seguido de los elementos DOM, que es un Modelo en Objetos para la representación de documentos. A través del cual los programas y scripts pueden acceder y modificar dinámicamente el contenido, estructura y estilo. Se utiliza la API nativa de Javascript para poder crear estos elementos. La administración del login y logout, obteniendo el UID del usuario para obtener datos de la base de datos, rutas de la base de datos (con UID de usuario), referencias de bases de datos.

```

// convertir epochtime a objeto de fecha JavaScripte
function epochToJsDate(epochTime){
    return new Date(epochTime*1000);
}

// convertir el tiempo en legible por humanos format YYYY/MM/DD HH:MM:SS
function epochToDateTime(epochTime){
    let epochDate = new Date(epochToJsDate(epochTime));
    let dateTime = epochDate.getFullYear() + "/" +
        ("00" + (epochDate.getMonth() + 1)).slice(-2) + "/" +
        ("00" + epochDate.getDate()).slice(-2) + " " +
        ("00" + epochDate.getHours()).slice(-2) + ":" +
        ("00" + epochDate.getMinutes()).slice(-2) + ":" +
        ("00" + epochDate.getSeconds()).slice(-2);

    return dateTime;
}

```

En charts, se muestra el número de lecturas guardadas en la base de datos para trazar en gráficos, (se ejecuta cuando la página se carga por primera vez y cada vez que hay un cambio en la base de datos).

Elimine todos los datos de los gráficos para actualizarlos con nuevos valores cuando se seleccione un nuevo rango.

Renderice nuevos gráficos para mostrar el actual rango de datos.

Actualizar los gráficos con el nuevo rango.

Obtenga las últimas lecturas y trácelas en gráficos (el número de lecturas graficadas corresponde al valor chartRange).

Trace los valores en los gráficos.

Actualizar la base de datos con un nuevo rango (campo de entrada).

Checkbox (card para lecturas de sensores).

Casilla de verificación (medidor para lecturas de sensores).

Casilla de verificación (gráfico para las lecturas del sensor).

Obtenga las últimas lecturas y visualización en card.

Actualizar elementos DOM

GAUGES. Obtenga las últimas lecturas y visualice el medidor

BORAR DATOS. Agregue un detector de eventos para abrir

```
// elementos DOM (Document Object Model)
const loginElement = document.querySelector('#login-form');
const contentElement = document.querySelector("#content-sign-in");
const userDetailsElement = document.querySelector('#user-details');
const authBarElement = document.querySelector('#authentication-bar');
const deleteButtonElement = document.getElementById('delete-button');
const deleteModalElement = document.getElementById('delete-modal');
const deleteDataFormElement = document.querySelector('#delete-data-form');
const viewDataButtonElement = document.getElementById('view-data-button');
const hideDataButtonElement = document.getElementById('hide-data-button');
const tableContainerElement = document.querySelector('#table-container');
const chartsRangeInputElement = document.getElementById('charts-range');
const loadDataButtonElement = document.getElementById('load-data');
const cardsCheckboxElement = document.querySelector('input[name=cards-checkbox]');
const gaugesCheckboxElement = document.querySelector('input[name=gauges-checkbox]');
const chartsCheckboxElement = document.querySelector('input[name=charts-checkbox]');
// DOM elementos para lecturas de sensores
const cardsReadingsElement = document.querySelector("#cards-div");
const gaugesReadingsElement = document.querySelector("#gauges-div");
const chartsDivElement = document.querySelector('#charts-div');
const voltElement = document.getElementById("volt");
const updateElement = document.getElementById("lastUpdate")

// CHARTS-- Número de lecturas para trazar en gráficos
let chartRange = 0;
// Obtenga el número de lecturas para trazar guardadas en la base de datos
// (se ejecuta cuando la página se carga por primera vez y cada vez que hay un cambio en la base de datos)
chartRef.on('value', snapshot =>{
  chartRange = Number(snapshot.val());
  console.log(chartRange);
  // Elimine todos los datos de los gráficos para actualizarlos con nuevos valores
  // cuando se seleccione un nuevo rango
  chartT.destroy();

  // Renderice nuevos gráficos para mostrar un nuevo rango de datos
  chartT = createVoltageChart();

  // Actualizar los gráficos con el nuevo rango
  // Obtenga las últimas lecturas y trácelas en gráficos
  // (el número de lecturas graficadas corresponde al valor chartRange)
  dbRef.orderByKey().limitToLast(chartRange).on('child_added', snapshot =>{
    let jsonData = snapshot.toJSON(); // example: {Volt: 25.02, timestamp:1641317355}
    // Guarda valores
    let volt = jsonData.volt;
    let timestamp = jsonData.timestamp;
    // Trace los valores en los gráficos
    plotValues(chartT, timestamp, volt);
  });
});

// ADMINISTRAR LOGIN/LOGOUT UI
const setupUI = (user) => {
  if (user) {
    //toggle UI elements
    loginElement.style.display = 'none';
    contentElement.style.display = 'block';
    authBarElement.style.display = 'block';
    userDetailsElement.style.display = 'block';
    userDetailsElement.innerHTML = user.email;

    // obtener el UID del usuario para obtener datos de la base de datos
    let uid = user.uid;
    console.log(uid);

    //Rutas de la base de datos (con UID de usuario)
    let dbPath = 'UsersData/' + uid.toString() + '/volt';
    let chartPath = 'UsersData/' + uid.toString() + 'charts/range';

    // Database references
    let dbRef = firebase.database().ref(dbPath);
    let chartRef = firebase.database().ref(chartPath);
  }
};
```

modal cuando haga clic en el botón "Eliminar datos".

Agregue un detector de eventos cuando se envíe el formulario de eliminación.

Guarda la última marca de tiempo que se muestra en la tabla.

Función que crea la tabla con las primeras 100 lecturas.

Agregar todos los datos a la tabla Guardar lastReadingTimestamp, que corresponde a la primera marca de tiempo en los datos de la instantánea devuelta.

Agregar lecturas a la tabla (después de presionar el botón Más resultados...).

Guarda la lista de lecturas devueltas por la instantánea (más antigua-->más reciente).

También revierte el proceso lo mismo que el anterior, pero al revés (más nuevo--> más antiguo).

```
// Actualizar la base de datos con un nuevo rango (campo de entrada)
chartsRangeInputElement.onChange = () =>{
  | chartRef.set(chartsRangeInputElement.value);
  | };

//CHECKBOXES
// Checkbox (tarjetas para lecturas de sensores)

cardsCheckboxElement.addEventListener('change', (e) =>{
  | if (cardsCheckboxElement.checked) {
  | | cardsReadingsElement.style.display = 'block';
  | }
  | else{
  | | cardsReadingsElement.style.display = 'none';
  | }
  | });
// Casilla de verificación (indicadores para lecturas de sensores)
gaugesCheckboxElement.addEventListener('change', (e) =>{
  | if (gaugesCheckboxElement.checked) {
  | | gaugesReadingsElement.style.display = 'block';
  | }
  | else{
  | | gaugesReadingsElement.style.display = 'none';
  | }
  | });

// Casilla de verificación (gráfico para las lecturas del sensor)
chartsCheckboxElement.addEventListener('change', (e) =>{
  | if (chartsCheckboxElement.checked) {
  | | chartsDivElement.style.display = 'block';
  | }
  | else{
  | | chartsDivElement.style.display = 'none';
  | }
  | });

// CARDS --Obtenga las últimas lecturas y visualización en tarjetas
dbRef.orderByKey().limitToLast(1).on('child_added', snapshot =>{
  | let jsonData = snapshot.toJSON(); // example: {volt: 25.02,timestamp:1641317355}
  | let volt = jsonData.volt;

  | let timestamp = jsonData.timestamp;

  | // Actualizar elementos DOM
  | voltElement.innerHTML = volt;

  | updateElement.innerHTML = epochToDateTime(timestamp);
  | });
```

```

// GAUGES
// Obtenga las últimas lecturas y visualice los indicadores
dbRef.orderByKey().limitToLast(1).on('child_added', snapshot =>{
  let jsonData = snapshot.toJSON(); // example: {volt: 25.02, timestamp:1641317355}
  let voltage = jsonData.volt;
  let timestamp = jsonData.timestamp;
  // Actualizar elementos DOM
  let gaugeT = createVoltageGauge();
  gaugeT.draw();
  gaugeT.value = voltage;
  updateElement.innerHTML = epochToDateTime(timestamp);
});

// BORAR DATOS
// Agregue un detector de eventos para abrir modal cuando haga clic en el botón "Eliminar datos"
deleteButtonElement.addEventListener('click', e =>{
  console.log("Remove data");
  e.preventDefault();
  deleteModalElement.style.display="block";
});

// Agregue un detector de eventos cuando se envíe el formulario de eliminación
deleteDataFormElement.addEventListener('submit', (e) => {
  // borrar datos (lecturas)
  dbRef.remove();
});

// agregar lecturas a la tabla (después de presionar el botón Más resultados...)
function appendToTable(){
  let dataList = []; // guarda la lista de lecturas devueltas por la instantánea (más antigua->más rec
  let reversedList = []; // lo mismo que el anterior, pero al revés (más nuevo-> más antiguo)
  console.log("APEND");
  dbRef.orderByKey().limitToLast(100).endAt(lastReadingTimestamp).once('value', function(snapshot) {
    // convierte el snapshot to JSON
    if (snapshot.exists()) {
      snapshot.forEach(element => {
        let jsonData = element.toJSON();
        dataList.push(jsonData); // crear una lista con todos los datos
      });
      lastReadingTimestamp = dataList[0].timestamp; //la marca de tiempo más antigua corresponde a la p
      reversedList = dataList.reverse(); // invertir el orden de la lista (datos más nuevos --> datos m

    let firstTime = true;

    // recorrer todos los elementos de la lista y agregarlos a la tabla (primero los elementos más
    reversedList.forEach(element =>{
      if (firstTime){ // ignorar la primera lectura (ya está en la tabla de la consulta anterior)
        firstTime = false;
      }
      else{
        let volt = element.volt;

        let timestamp = element.timestamp;
        let content = '';
        content += '<tr>';
        content += '<td>' + epochToDateTime(timestamp) + '</td>';
        content += '<td>' + volt + '</td>';
        content += '</tr>';
        $('#tbody').append(content);

```

```

// TABLA
let lastReadingTimestamp; //guarda la última marca de tiempo que se muestra en la tabla
// Función que crea la tabla con las primeras 100 lecturas
function createTable(){
  // agregar todos los datos a la tabla
  let firstRun = true;
  dbRef.orderByKey().limitToLast(100).on('child_added', function(snapshot) {
    if (snapshot.exists()) {
      let jsonData = snapshot.toJSON();
      console.log(jsonData);
      let volt = jsonData.volt;
      let timestamp = jsonData.timestamp;
      let content = '';
      content += '<tr>';
      content += '<td>' + epochToDateTime(timestamp) + '</td>';
      content += '<td>' + volt + '</td>';
      content += '</tr>';
      $('#tbody').prepend(content);
      // Guardar lastReadingTimestamp -->
      //corresponde a la primera marca de tiempo en los datos de la instantánea devuelta
      if (firstRun){
        lastReadingTimestamp = timestamp;
        firstRun=false;
        console.log(lastReadingTimestamp);
      }
    }
  });
}

```

```

viewDataButtonElement.addEventListener('click', (e) =>{
  // Toggle DOM elements
  tableContainerElement.style.display = 'block';
  viewDataButtonElement.style.display = 'none';
  hideDataButtonElement.style.display = 'inline-block';
  loadDataButtonElement.style.display = 'inline-block';
  createTable();
});
loadDataButtonElement.addEventListener('click', (e) => {
  appendToTable();
});
hideDataButtonElement.addEventListener('click', (e) => {
  tableContainerElement.style.display = 'none';
  viewDataButtonElement.style.display = 'inline-block';
  hideDataButtonElement.style.display = 'none';
});
//Si el usuario está desconectado
} else{
  // toggle UI elements
  loginElement.style.display = 'block';
  authBarElement.style.display = 'none';
  userDetailsElement.style.display = 'none';
  contentElement.style.display = 'none';
}
}

```

Crear una lista con todos los datos.

La marca de tiempo más antigua corresponde a la primera de la lista (más antigua --> más nueva), invertir el orden de la lista (datos más nuevos --> datos más antiguos), recorrer todos los elementos de la lista y agregarlos a la tabla (primero los elementos más nuevos), ignorar la primera lectura (ya está en la tabla de la consulta anterior).

Si el usuario está desconectado utiliza elementos toggle UI.

Style.css: se utiliza para controlar la forma en que los elementos HTML se ven en la página, como el tamaño del texto, el color de fondo, la posición de los elementos y otros aspectos visuales. define la apariencia y presentación de la página web escrita en HTML.

```

html {
  font-family: Verdana, Geneva, Tahoma, sans-serif;
  display: inline-block;
  text-align: center;
}

body {
  margin: 0;
  width: 100%;
}

.topnav {
  overflow: hidden;
  background-color: #1009da;
  color: white;
  font-size: 1rem;
  padding: 5px;
}

#authentication-bar{
  background-color: #mintcream;
  padding-top: 10px;
  padding-bottom: 10px;
}

input[type=text], input[type=password] {
  width: 100%;
  padding: 12px 20px;
  margin: 8px 0;
  display: inline-block;
  border: 1px solid #ccc;
  box-sizing: border-box;
}

table {
  width: 100%;
  text-align: center;
  font-size: 0.8rem;
}
tr, td {
  padding: 0.25rem;
}
tr:nth-child(even) {
  background-color: #f2f2f2
}
tr:hover {
  background-color: #ddd;
}

#user-details{
  color: cadetblue;
}

.content {
  padding: 20px;
}

.card {
  background-color: white;
  box-shadow: 2px 2px 12px 1px rgba(140,140,140,.5);
  padding: 5%;
}

.cards {
  max-width: 800px;
  margin: 0 auto;
  margin-bottom: 10px;
  display: grid;
  grid-gap: 2rem;
  grid-template-columns: repeat(auto-fit, minmax(200px, 2fr));
}

.reading {
  color: #193036;
}

.date-time{
  font-size: 0.8rem;
  color: #1282A2;
}

button {
  background-color: #0a82f2;
  color: white;
  padding: 14px 20px;
  margin: 8px 0;
  border: none;
  cursor: pointer;
  border-radius: 4px;
}
button:hover {
  opacity: 0.8;
}

.deletebtn{
  background-color: #c52c2c;
}

.form-elements-container{
  padding: 16px;
  width: 250px;
  margin: 0 auto;
}

/* El modal (fondo) */
.modal {
  display: none; /* Oculto por defecto */
  position: fixed; /* permanecer en su lugar */
  z-index: 1; /* Sit on top */
  left: 0;
  top: 0;
  width: 100%; /* Ancho completo */
  height: 100%; /* Altura completa */
  overflow: auto; /* Habilite el desplazamiento si es necesario */
  background-color: #474e5d;
  padding-top: 50px;
}

/* Modal Content/Box */
.modal-content {
  background-color: #fefefe;
  margin: 5% auto 15% auto; /* 5% desde arriba, 15% desde abajo y centrado */
  border: 1px solid #888;
  width: 80%; /* Podría ser más o menos, dependiendo del tamaño de la pantalla */
}

/* Dale estilo a la regla horizontal */
hr {
  border: 1px solid #f1f1f1;
  margin-bottom: 25px;
}

/* El botón de cierre modal (x) */
.close {
  position: absolute;
  right: 35px;
  top: 15px;
  font-size: 40px;
  font-weight: bold;
  color: #f1f1f1;
}

.close:hover,
.close:focus {
  color: #f44336;
  cursor: pointer;
}

/* flotadores claros */
.clearfix::after {
  content: "";
  clear: both;
  display: table;
}

```

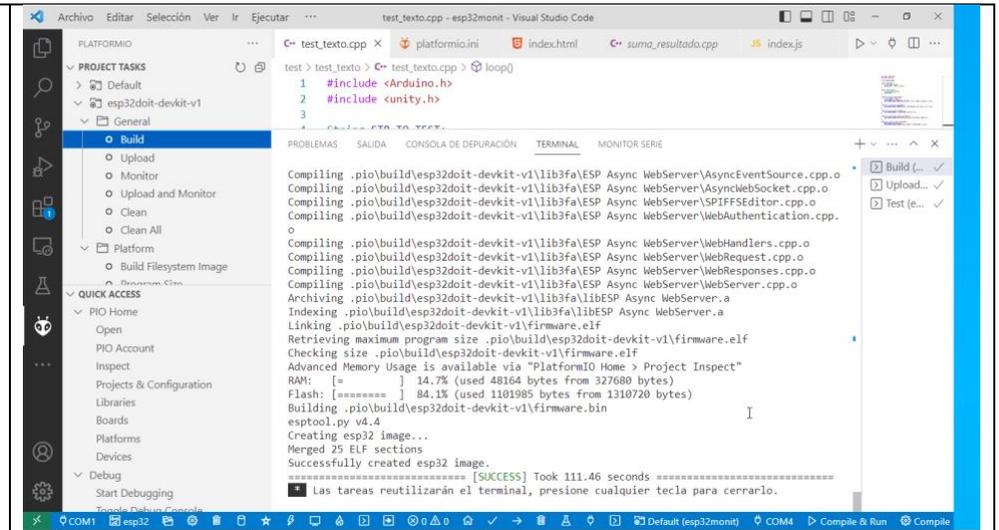
	<pre> /* Cambie los estilos para el botón cancelar y el botón eliminar en pantallas @media screen and (max-width: 300px) { .cancelbtn, .deletebtn { width: 100%; } } #container { height: 400px; } </pre>
<p>Elec.gif: es la animación gif que se muestra en la página.</p>	
<p>Favicon.ico: es el icono que se observa en la barra de títulos de la ventana del explorador.</p>	

Anexo 8. Presentación de lecturas de voltaje en el aplicativo web

Con lo descrito en los apartados anteriores, procedemos a cargar el código en el ESP32 como se indica en la Tabla XLVI, y mostrar los valores de voltaje en el aplicativo web desarrollado.

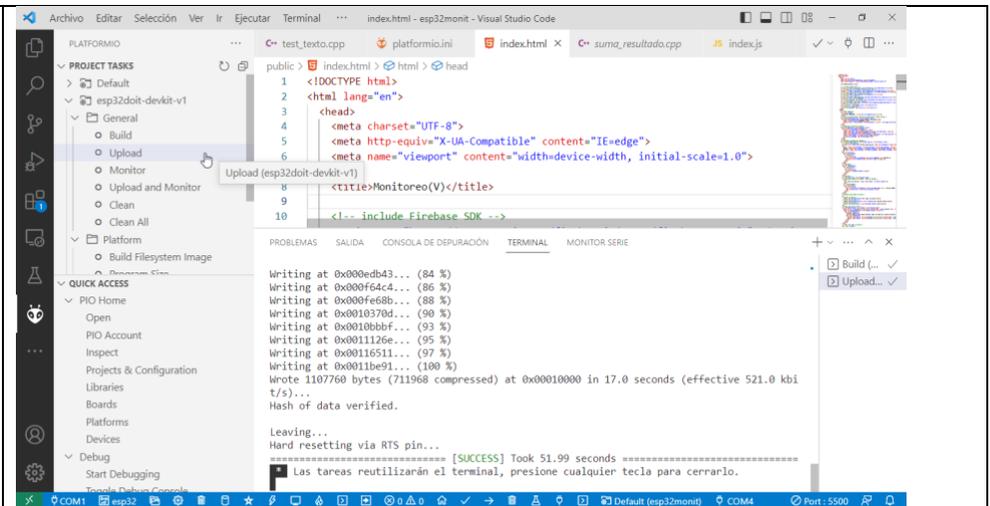
TABLA XLVI
BUILD-UPLOAD-MONITOR - ESP32

Nos ubicamos en el Visual Studio Code, en la extensión PlataformaIO y en sus herramientas elegimos la opción Build(constructor) y compilamos el código. Observamos en la consola.

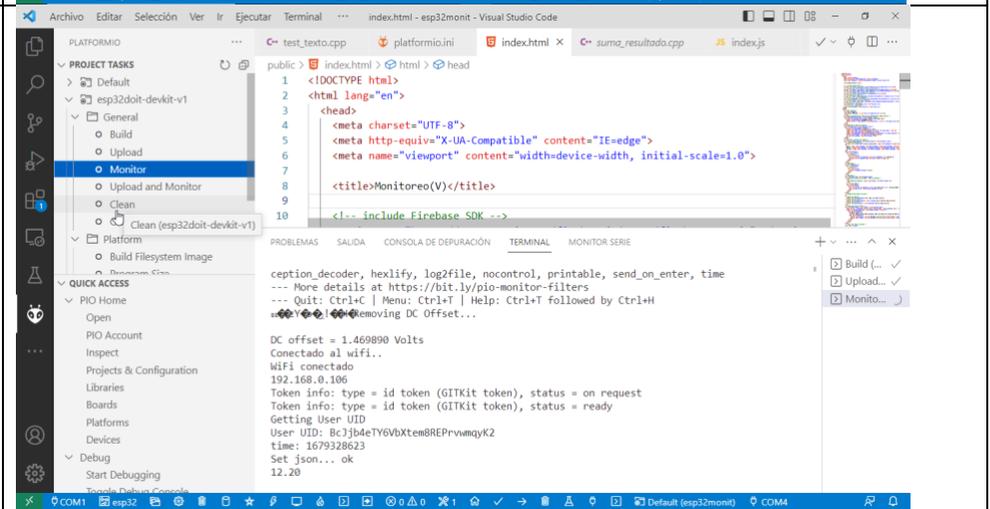


```
test_texto.cpp x test_texto.cpp > loop()
1 #include <Arduino.h>
2 #include <unity.h>
3
PROBLEMAS SALIDA CONSOLA DE DEPURACIÓN TERMINAL MONITOR SERIE
Compiling .pio\build\esp32doit-devkit-v1\lib3fa\ESP Async WebServer\AsyncEventSource.cpp.o
Compiling .pio\build\esp32doit-devkit-v1\lib3fa\ESP Async WebServer\AsyncWebSocket.cpp.o
Compiling .pio\build\esp32doit-devkit-v1\lib3fa\ESP Async WebServer\SPIFFSEditor.cpp.o
Compiling .pio\build\esp32doit-devkit-v1\lib3fa\ESP Async WebServer\WebAuthentication.cpp.o
Compiling .pio\build\esp32doit-devkit-v1\lib3fa\ESP Async WebServer\WebHandlers.cpp.o
Compiling .pio\build\esp32doit-devkit-v1\lib3fa\ESP Async WebServer\WebRequest.cpp.o
Compiling .pio\build\esp32doit-devkit-v1\lib3fa\ESP Async WebServer\WebResponses.cpp.o
Compiling .pio\build\esp32doit-devkit-v1\lib3fa\ESP Async WebServer\WebServer.cpp.o
Archiving .pio\build\esp32doit-devkit-v1\lib3fa\libESP Async WebServer.a
Indexing .pio\build\esp32doit-devkit-v1\lib3fa\libESP Async WebServer.a
Linking .pio\build\esp32doit-devkit-v1\firmware.elf
Retrieving maximum program size .pio\build\esp32doit-devkit-v1\firmware.elf
Checking size .pio\build\esp32doit-devkit-v1\firmware.elf
Advanced Memory Usage is available via "PlatformIO Home > Project Inspect"
RAM: [=====] 14.7% (used 48164 bytes from 327680 bytes)
Flash: [=====] 84.1% (used 1101985 bytes from 1310720 bytes)
Building .pio\build\esp32doit-devkit-v1\firmware.bin
esptool.py v4.4
Creating esp32 image...
Merged 25 ELF sections
Successfully created esp32 image.
===== [SUCCESS] Took 111.46 seconds =====
Las tareas reutilizarán el terminal, presione cualquier tecla para cerrarlo.
```

Pulsamos Upload, subimos el programa al ESP32. Observamos en la consola.



Luego en el monitor observamos en consola las lecturas enviadas y recibidas.



A continuación, describimos las partes de la aplicación web iniciando por su dominio:

<https://monitoreo-voltaje.web.app/>

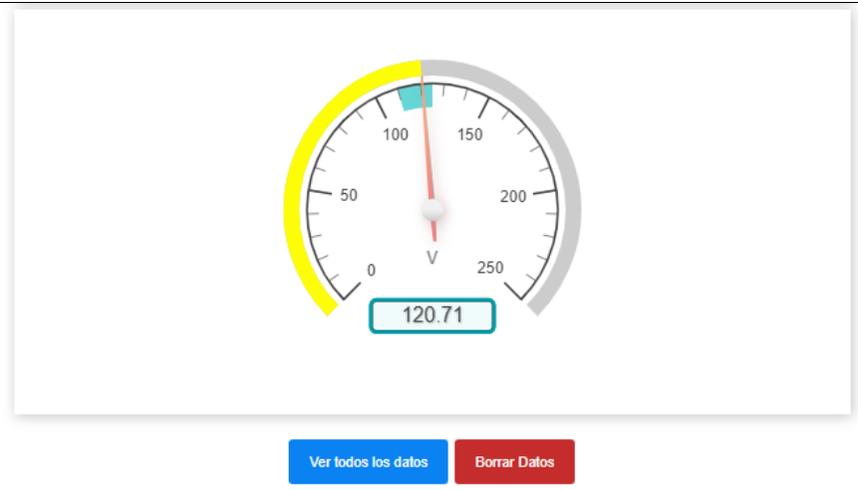
Seguindo el enlace en un navegador web, se visualiza el inicio de sesión y los artefactos de la aplicación web demostrada en la Tabla XLVII.



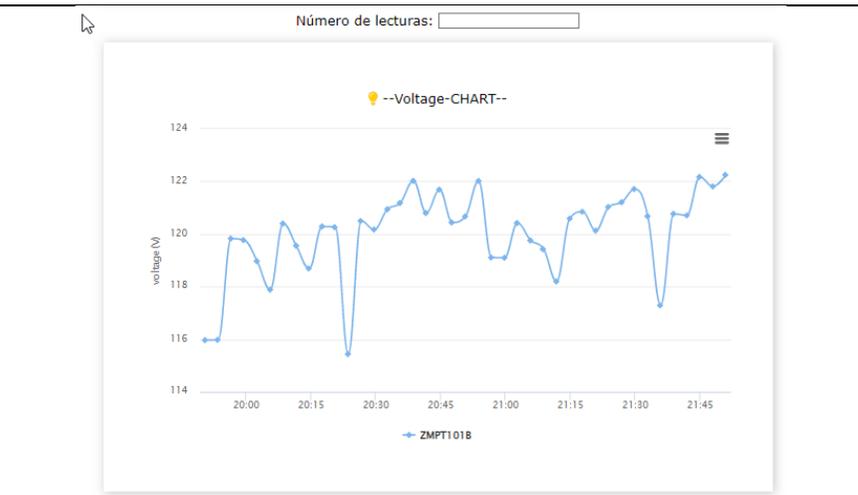
TABLA XLVII
APLICACIÓN WEB

<p>También el título de la aplicación, el correo del usuario en opción conectado, y el botón de cerrar sesión.</p> <p>Seguimos con la última actualización, fecha y hora.</p> <p>La barra donde podemos seleccionar que es lo que se quiere mostrar: Card, Medidor, activados; y Gráficos con opción de realizar la acción de activar o desactivar, si queremos ver el gráfico.</p> <p>Luego mostramos la Card: mostrando con icono de bombillo con el nombre de VOLTAJE y el valor de voltaje medido.</p>	
--	--

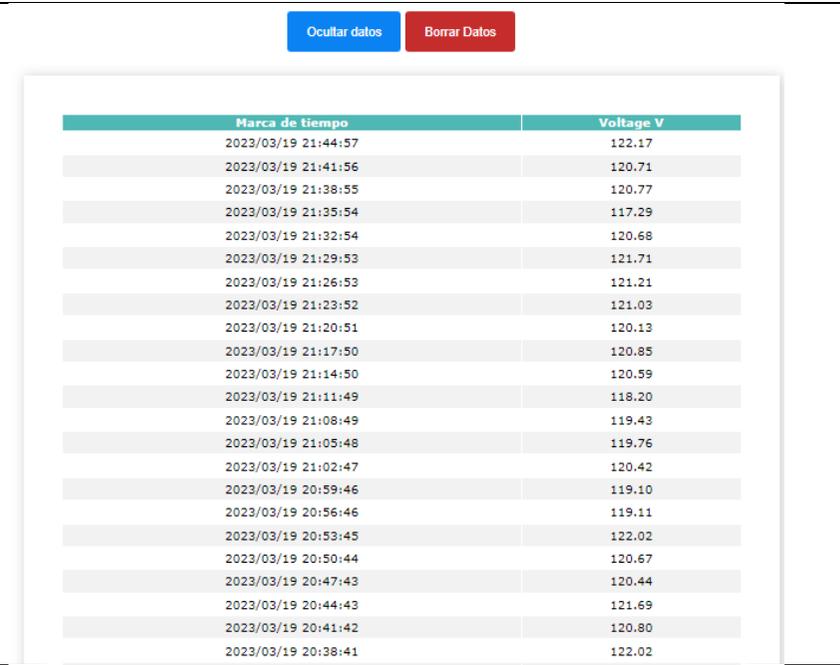
Observamos la opción del medidor, aquí en una escala de 0V a 250V marca en cada lectura mostrando en un recuadro en números el valor de voltaje. Además, los botones de: ver todos los datos y borrar datos.



Se muestra el recuadro de opción para digitar el número de lecturas que se desea graficar. El voltaje medido es mostrado en un gráfico, y si pasamos el puntero del mouse, observamos el valor y fecha de la medición.



Realizando la acción de clic en ver datos, nos muestra en una tabla los valores medidos desde el más actual hasta el más antiguo. Con los botones de ocultar datos y borrar datos. Se muestran los valores obtenidos del voltaje.



The screenshot shows a web interface with two buttons at the top: 'Ocultar datos' (blue) and 'Borrar Datos' (red). Below them is a table with two columns: 'Marca de tiempo' and 'Voltage V'. The table contains 20 rows of data, with the most recent entry at the top.

Marca de tiempo	Voltage V
2023/03/19 21:44:57	122.17
2023/03/19 21:41:56	120.71
2023/03/19 21:38:55	120.77
2023/03/19 21:35:54	117.29
2023/03/19 21:32:54	120.68
2023/03/19 21:29:53	121.71
2023/03/19 21:26:53	121.21
2023/03/19 21:23:52	121.03
2023/03/19 21:20:51	120.13
2023/03/19 21:17:50	120.85
2023/03/19 21:14:50	120.59
2023/03/19 21:11:49	118.20
2023/03/19 21:08:49	119.43
2023/03/19 21:05:48	119.76
2023/03/19 21:02:47	120.42
2023/03/19 20:59:46	119.10
2023/03/19 20:56:46	119.11
2023/03/19 20:53:45	122.02
2023/03/19 20:50:44	120.67
2023/03/19 20:47:43	120.44
2023/03/19 20:44:43	121.69
2023/03/19 20:41:42	120.80
2023/03/19 20:38:41	122.02

Finalmente, la opción de: más resultados ... y los botones de descarga en formato CSV y PDF.



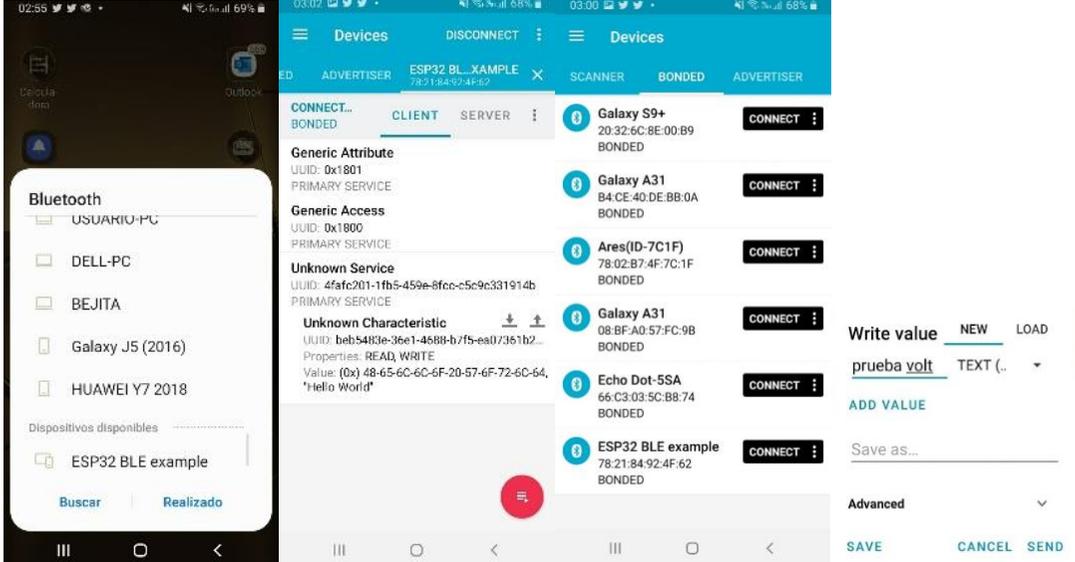
The screenshot shows a dropdown menu with a blue button labeled 'Mas resultados...'. Below it is the word 'DESCARGA' in bold black text. At the bottom of the menu are two blue buttons: 'CSV' and 'PDF'. A mouse cursor is visible over the 'DESCARGA' text.

Anexo 9. Pruebas de funcionamiento de la aplicación web

La Tabla XLVIII muestra los códigos utilizados para los test unitarios.

TABLA XLVIII
CODIGO DE TEST-UNIT

<i>Prueba</i>	<i>Resultado</i>
<p><u>test_texto:</u> test_string_concat: prueba la concatenación de dos cadenas. test_string_substring: prueba la exactitud de la extracción de subcadenas. test_string_index_of: asegura que la cadena devuelve el índice correcto del símbolo especificado. test_string_equal_ignore_case: prueba la comparación entre mayúsculas y minúsculas de dos cadenas. test_string_to_upper_case: prueba la conversión de la cadena a mayúsculas. test_string_replace: prueba la corrección de la operación de reemplazo.</p>	<pre> ● [*] Ejecutando tarea: C:\Users\Galo_Medina\.platformio\penv\Scripts\platformio.exe test -- environment esp32doit-devkit-v1 --upload-port COM4 --test-port COM4 Verbosity level can be increased via `-v, -vv, or -vvv` option Collected 3 tests Processing test_texto in esp32doit-devkit-v1 environment ----- Building & Uploading... Testing... If you don't see any output for the first 10 secs, please reset board (press reset button) test/test_texto/test_texto.cpp:49: test_string_concat [PASSED] test/test_texto/test_texto.cpp:50: test_string_substring [PASSED] test/test_texto/test_texto.cpp:51: test_string_index_of [PASSED] test/test_texto/test_texto.cpp:52: test_string_equal_ignore_case [PASSED] test/test_texto/test_texto.cpp:53: test_string_to_upper_case [PASSED] test/test_texto/test_texto.cpp:54: test_string_replace [PASSED] ----- esp32doit-devkit-v1:test_texto [PASSED] Took 31.79 seconds ----- </pre>
<p>test_suma: suma dos números y devuelve el valor de la suma: test_ejemplo() { int resultado = 2 + 2; TEST_ASSERT_EQUAL_INT(4, resultado)</p>	<pre> Processing test_suma in esp32doit-devkit-v1 environment ----- Building & Uploading... Testing... If you don't see any output for the first 10 secs, please reset board (press reset button) test/test_suma/suma_resultado.cpp:19: test_ejemplo [PASSED] ----- esp32doit-devkit-v1:test_suma [PASSED] Took 44.66 seconds ----- </pre>
<p><u>test_buffer:</u> configurar y limpiar cualquier cosa que se haya utilizado durante las pruebas.</p>	<pre> Processing test_buffer in esp32doit-devkit-v1 environment ----- Building & Uploading... Testing... If you don't see any output for the first 10 secs, please reset board (press reset button) test/test_buffer/buffer.cpp:30: test_buffer_vacio [PASSED] test/test_buffer/buffer.cpp:31: test_escritura_y_lectura [PASSED] ----- esp32doit-devkit-v1:test_buffer [PASSED] Took 104.75 seconds ----- </pre>

<p><u>RESUMEN</u></p> <p>9 casos de prueba exitosos.</p>	<pre> ===== SUMMARY ===== Environment Test Status Duration ----- esp32doit-devkit-v1 test_buffer PASSED 00:01:44.745 esp32doit-devkit-v1 test_suma PASSED 00:00:44.661 esp32doit-devkit-v1 test_texto PASSED 00:00:31.793 ===== 9 test cases: 9 succeeded in 00:03:01.199 ===== </pre> <p>* Las tareas reutilizarán el terminal, presione cualquier tecla para cerrarlo.</p>
<p>Prueba de conexión externa a celular. En esta prueba se envía y se recibe texto mediante bluetooth, se conecta al celular y desde la aplicación nRF Connect for Mobile, podemos enviar datos.</p>	 <p>Receptando en la consola de la computadora conectado el ESP32, llegando a una prueba exitosa de enviar y recibir información.</p> <pre> --- Available filters and text transformations: colorize, debug, default, direct, esp32_exception_decoder, hexlify, log2file, nocontrol, printable, send_on_enter, time --- More details at https://bit.ly/pio-monitor-filters --- Quit: Ctrl+C Menu: Ctrl+T Help: Ctrl+T followed by Ctrl+H New value: test New value: prueba volt </pre>
<p><i>Nombre de prueba</i></p>	<p><i>Código</i></p>

test_buffer.cpp

```
#include <Arduino.h>
#include <unity.h>
#define BUFFER_SIZE 10
uint8_t buffer[BUFFER_SIZE];
void setUp() {
    // Configurar el hardware necesario para la prueba
}
void tearDown() {
    // Limpiar cualquier cosa que se haya utilizado durante la prueba
}
void test_buffer_vacio() {
    for (int i = 0; i < BUFFER_SIZE; i++) {
        TEST_ASSERT_EQUAL_UINT8(0, buffer[i]);
    }
}
void test_escritura_y_lectura() {
    uint8_t valor = 42;
    buffer[0] = valor;
    TEST_ASSERT_EQUAL_UINT8(valor, buffer[0]);
}
void setup() {
    UNITY_BEGIN(); // Inicializar el framework de pruebas unitarias
    RUN_TEST(test_buffer_vacio);
    RUN_TEST(test_escritura_y_lectura);
    UNITY_END(); // Finalizar la ejecución de las pruebas unitarias
}
void loop() {
    // No se hace nada en el loop para las pruebas unitarias
}
```

test_suma.cpp

```
#include <Arduino.h>
#include <unity.h>
#define BUFFER_SIZE 10
uint8_t buffer[BUFFER_SIZE];

void setUp() {
    // Configurar el hardware necesario para la prueba
}

void tearDown() {
    // Limpiar cualquier cosa que se haya utilizado durante la prueba
}

void test_buffer_vacio() {
    for (int i = 0; i < BUFFER_SIZE; i++) {
        TEST_ASSERT_EQUAL_UINT8(0, buffer[i]);
    }
}

void test_escritura_y_lectura() {
    uint8_t valor = 42;
    buffer[0] = valor;
    TEST_ASSERT_EQUAL_UINT8(valor, buffer[0]);
}

void setup() {
    UNITY_BEGIN(); // Inicializar el framework de pruebas unitarias
    RUN_TEST(test_buffer_vacio);
    RUN_TEST(test_escritura_y_lectura);
    UNITY_END(); // Finalizar la ejecución de las pruebas unitarias
}

void loop() {
    // No se hace nada en el loop para las pruebas unitarias
}
```

Test_texto.cpp

```
#include <unity.h>
String STR_TO_TEST;

void setUp(void) {
    // set stuff up here
    STR_TO_TEST = "Hello, world!";
}
void tearDown(void) {
    // clean stuff up here
    STR_TO_TEST = "";
}
void test_string_concat(void) {
    String hello = "Hello, ";
    String world = "world!";
    TEST_ASSERT_EQUAL_STRING(STR_TO_TEST.c_str(), (hello + world).c_str());
}
void test_string_substring(void) {
    TEST_ASSERT_EQUAL_STRING("Hello", STR_TO_TEST.substring(0, 5).c_str());
}
void test_string_index_of(void) {
    TEST_ASSERT_EQUAL(7, STR_TO_TEST.indexOf('w'));
}
void test_string_equal_ignore_case(void) {
    TEST_ASSERT_TRUE(STR_TO_TEST.equalsIgnoreCase("HELLO, WORLD!"));
}
void test_string_to_upper_case(void) {
    STR_TO_TEST.toUpperCase();
    TEST_ASSERT_EQUAL_STRING("HELLO, WORLD!".STR_TO_TEST.c_str());
}
void setup()
{
    delay(2000); // service delay
    UNITY_BEGIN();

    RUN_TEST(test_string_concat);
    RUN_TEST(test_string_substring);
    RUN_TEST(test_string_index_of);
    RUN_TEST(test_string_equal_ignore_case);
    RUN_TEST(test_string_to_upper_case);
    RUN_TEST(test_string_replace);

    UNITY_END(); // stop unit testing
}
void loop()
{
}
```

Test hardware Bluetooth.

Este código se lo ingresa en el archivo main.cpp, en un nuevo proyecto.

```
#include <Arduino.h>
#include <BLEDevice.h>
#include <BLEUtils.h>
#include <BLEServer.h>

#define SERVICE_UUID          "4fafc201-1fb5-459e-8fcc-c5c9c331914b"
#define CHARACTERISTIC_UUID  "beb5483e-36e1-4688-b7f5-ea07361b26a8"

class MyCallbacks: public BLECharacteristicCallbacks {
    void onWrite(BLECharacteristic *pCharacteristic) {
        std::string value = pCharacteristic->getValue();
        if (value.length() > 0) {
            Serial.print("\r\nNew value: ");
            for (int i = 0; i < value.length(); i++)
                Serial.print(value[i]);
            Serial.println();
        }
    }
};

void setup() {
    Serial.begin(9600);

    BLEDevice::init("ESP32 BLE example");
    BLEServer *pServer = BLEDevice::createServer();
    BLEService *pService = pServer->createService(SERVICE_UUID);
    BLECharacteristic *pCharacteristic = pService->createCharacteristic(
        CHARACTERISTIC_UUID,
        BLECharacteristic::PROPERTY_READ |
        BLECharacteristic::PROPERTY_WRITE
    );

    pCharacteristic->setCallbacks(new MyCallbacks());

    pCharacteristic->setValue("Hello World");
    pService->start();

    BLEAdvertising *pAdvertising = pServer->getAdvertising();
    pAdvertising->start();
}

void loop() {
    delay(2000);
}
```

Anexo 10. Prueba de carga y stress con software DOTCOM-MONITOR

TABLA XLIX

RESULTADOS DE TEST DE ESTRÉS CON SOFTWARE EN LINEA DOTCOM-MONITOR

Device Uptime and Performance

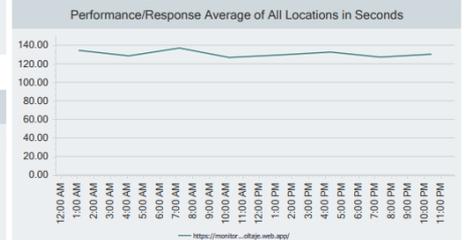
Executive Summary Report
Device: <https://monitor...oltaje.web.app/>

DATE RANGE 03/29/2023 00:00:00-03/29/2023 23:59:59
FILTER <Default Filter>
SCHEDULE N/A
LOCATIONS All

Table of Contents	
Device Uptime and Performance	Page 2
Uptime by Task	Page 4
Uptime by Location	Page 5
Performance by Task	Page 6
Average Performance by Task	Page 7
Performance by Location	Page 8
Average Performance by Location	Page 9



Uptime/downtime periods			
Start time	End time	Status	Duration
03/29/2023 00:00	03/29/2023 23:59	Up	23 Hours 59 Minutes 59 Seconds



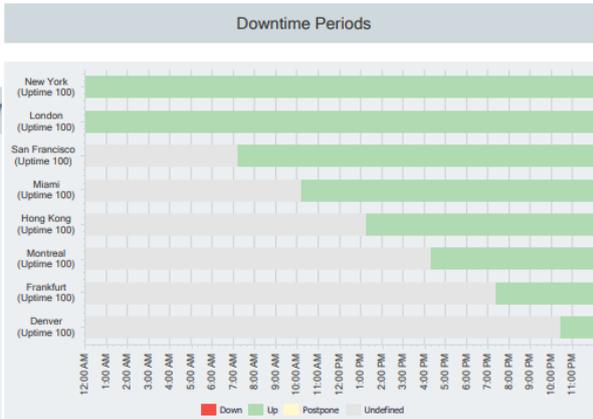
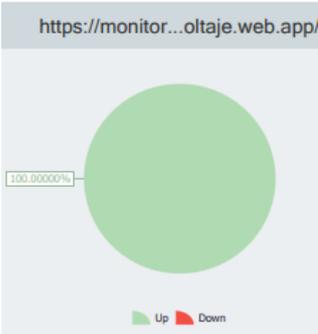
Full Report Criteria

Report Name	Device Uptime and Performance
Report ID	0019AA3482C34721ADB31E13FCFAFEFE
Device	https://monitor...oltaje.web.app/
Date/Time Range	03/29/2023 00:00:00-03/29/2023 23:59:59
Locations	All
Filter	<Default Filter>
Scheduler	N/A

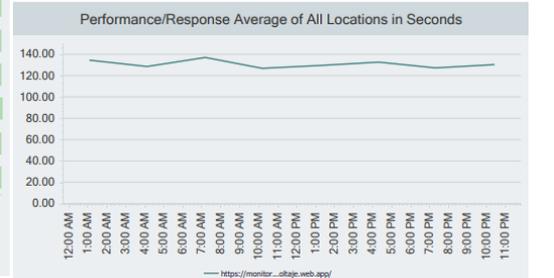


Uptime by Location

Uptime by Task



Uptime/downtime periods			
Start time	End time	Status	Duration
03/29/2023 00:00	03/29/2023 23:59	Up	23 Hours 59 Minutes 59 Seconds



Average Performance by Task

Performance/Response Average by Tasks in Seconds

Name	Average Performance
https://monitor...oltaje.web.app/	130.551
Overall	130.551

Average Performance by Location

Performance/Response Average by Locations in Seconds

Name	Average Performance
New York	134.153
London	128.291
San Francisco	136.737
Miami	126.579
Hong Kong	129.262
Montreal	132.371
Frankfurt	126.978
Denver	130.037
Overall	130.551

Anexo 11. Aceptación de funcionamiento, requerimientos y funcionalidad



Universidad Nacional de Loja

Facultad de la Energía, las Industrias y los de Recursos Naturales No Renovables

Maestría en Ingeniería en Software

La presente encuesta tiene la finalidad de conocer si el sistema desarrollado cumple con la aceptación en funcionamiento, requerimientos y funcionalidad por parte de la propietaria de la despensa "Flor de Caña"

Nombre de la propietaria: Ing. Lorena Fernández	Fecha: 01/04/2023
---	-------------------

¿El sistema de Monitoreo es fácil de entender y utilizar?

SI (✓) NO ()

¿La interfaz del sistema de Monitoreo es amigable?

SI (✓) NO ()

¿En el sistema de Monitoreo se visualiza los valores de fecha, hora y voltaje?

SI (✓) NO ()

¿El sistema de Monitoreo le permite visualizar en tarjetas, medidor, gráficos, tablas los valores de marca de tiempo y voltaje?

SI (✓) NO ()

¿El sistema de Monitoreo tiene un tiempo de respuesta Optimo?

SI (✓) NO ()

¿Los módulos del sistema de Monitoreo cumplen con los requerimientos establecidos?

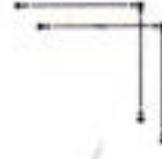
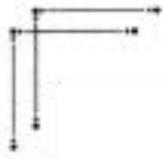
SI (✓) NO ()

¿En una escala del 1 al 5 cómo calificaría al sistema de Monitoreo?

Malo	()
Regular	()
Bueno	()
Muy Bueno	(✓)
Excelente..	()

Ing. Lorena Fernández
Propietaria de despensa "FLOR DE CAÑA"

Anexo 12. Pruebas de Caja Negra



Universidad Nacional de Loja
Facultad de la Energía, las Industrias y los Recursos Naturales No Renovables

Maestría en Ingeniería en Software

Pruebas de caja negra del proyecto de monitoreo de voltaje

Proyecto de Investigación	Prototipo para monitoreo de variaciones de voltaje en electrodoméstico-refrigerador de la despensa "FLOR DE CAÑA"; parroquia Malacatos 
Nombres del Revisor	Ing. Lorena Fernández
Cargo	Propietaria de la despensa "Flor de Caña"
Fecha	Sábado 01 de Abril de 2023
Objetivo	Verificar la funcionalidad del sistema utilizando las pruebas de caja negra.
Investigador	Galo Fernando Medina Rivera
Firma del Revisor	
Firma del Investigador	 GALO FERNANDO MEDINA RIVERA

Los casos de prueba de caja negra se describen en las Tablas: L(caso de prueba de caja negra #1), LI (caso de prueba de caja negra #2), LII (caso de prueba de caja negra #3), LIII (caso de prueba de caja negra #4), LIV (caso de prueba de caja negra #5), LV (caso de prueba de caja negra #6), LVI (caso de prueba de caja negra #7), LVII(caso de prueba de caja negra #8), LVIII (caso de prueba de caja negra #9), LIX (caso de prueba de caja negra #10), LX (caso de prueba de caja negra #11), LXI (caso de prueba de caja negra #12), LXII (caso de prueba de caja negra #13),LXIII (caso de prueba de caja negra #14), LXIV (caso de prueba de caja negra #15).

TABLA L
CASO DE PRUEBA DE CAJA NEGRA #1

CASOS DE PRUEBA DE CAJA NEGRA 2	
Número: PCN-02	Registrar usuario
Descripción: El administrador podrá gestionar sus usuarios (crear, editar, y visualizar).	
Prerrequisito: El administrador debe tener una cuenta activa en Firebase.	
Pasos de ejecución	<ul style="list-style-type: none"> - El administrador ingresa a la base de datos con sus credenciales ya registradas en Firebase. - Debe seleccionar en el panel izquierdo la opción Autenticación. - Hacer clic en el botón ‘Agregar usuario’ e ingresar en el formulario el correo electrónico y contraseña y hacer clic en el botón ‘Agregar usuario’. - En la lista aparece el usuario registrado. - En la opción de la parte derecha en el menú de tres puntos, existe la opción de restablecer contraseña, inhabilitar cuenta, y borrar cuenta.
Resultado esperado	<ul style="list-style-type: none"> - Acceder a la opción usuarios del menú de configuración en los métodos de autenticación de Firebase. - Visualizar los usuarios creados en la tabla o realizar proceso de búsqueda manualmente con el nombre o correo electrónico. - Registrar el usuario, si no se encuentra almacenado en el sistema mediante la opción de ingresar usuario nuevo.
Resultado de prueba	Correcto

TABLA LI
CASO DE PRUEBA DE CAJA NEGRA #2

CASOS DE PRUEBA DE CAJA NEGRA 1	
Número: PCN-01	Autenticar usuario
Descripción: Permite ingresar un usuario autorizado en el sistema	
Prerrequisito: El usuario debe estar autenticado y tener permisos en el sistema	
Pasos de ejecución	<ul style="list-style-type: none"> - El usuario debe ingresar su correo y contraseña en la opción “Email”y “Password”. - El usuario debe hacer clic en el botón de ‘login’. - El sistema mostrará los artefactos del sistema, así como ‘Usuario Conectado’ y su correo.
Resultado esperado	<ul style="list-style-type: none"> - Mostrar un formulario de inicio de sesión. - Autenticar que el correo y contraseña ingresados sean válidos. - Mostrar un mensaje de usuario o contraseña incorrectos cuando no exista en la base de datos.
Resultado de prueba	Correcto

TABLA LII
CASO DE PRUEBA DE CAJA NEGRA #3

CASOS DE PRUEBA DE CAJA NEGRA 3	
Número: PCN-03	Restricción de lecturas
Descripción: Restricción de lecturas mediante reglas de seguridad podrá determinar qué datos pueden observar los clientes.	
Prerrequisito: El Administrador debe estar autenticado y registrado en la base de datos.	
Pasos de ejecución	<ul style="list-style-type: none"> - El administrador ingresa a la base de datos con sus credenciales ya registradas en Firebase. - Debe seleccionar en el panel izquierdo la opción Realtime Database y elegir la opción reglas. - Debe ingresar los códigos de reglas: <pre style="margin-left: 20px;">{ "rules": { ".read": "auth.uid!=null", ".write": "auth.uid!=null" } }</pre> <p>Autorizando a cualquier usuario leer sus valores de tiempo y voltaje.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Debe seleccionar el botón de publicar reglas para que queden grabadas en la base de datos.
Resultado esperado	<ul style="list-style-type: none"> - Visualizar las reglas creadas por el administrados basado en la documentación API de Firebase. - Debe observar el usuario en el sistema los artefactos con sus respectivas lecturas de tiempo y voltaje. - En la opción de reglas se pude seleccionar el botón zona de pruebas de reglas para probar si las reglas funcionan correctamente.
Resultado de prueba	Correcto

TABLA LIII
CASO DE PRUEBA DE CAJA NEGRA #4

CASOS DE PRUEBA DE CAJA NEGRA 4	
Número: PCN-04	Registrar marcas de tiempo
Descripción: El sistema puede guardar en tiempo real la fecha y hora, para mediante la aplicación web pueda ser observado por el cliente.	
Prerrequisito: El Administrador debe estar autenticado y registrado en la base de datos.	
Pasos de ejecución	<ul style="list-style-type: none"> - El administrador ingresa a la base de datos con sus credenciales ya registradas en Firebase. - Debe seleccionar en el panel izquierdo la opción Realtime Database y elegir el nodo Users Data y el primer valor hacer clic en volt, mostrando el tiempo timestamp.
Resultado esperado	<ul style="list-style-type: none"> - Visualizar las lecturas de voltaje y timestamp. - Se observa todos los datos guardados en la base de datos hasta la actualidad.
Resultado de prueba	Correcto

TABLA LIV
CASO DE PRUEBA DE CAJA NEGRA #5

CASOS DE PRUEBA DE CAJA NEGRA 5	
Número: PCN-05	Registrar lecturas de voltaje

Descripción: El sistema puede guardar en tiempo real la lectura de voltaje, para mediante una aplicación web pueda ser observado por el cliente.	
Prerrequisito: El Administrador debe estar autenticado y registrado en la base de datos.	
Pasos de ejecución	<ul style="list-style-type: none"> - El administrador ingresa a la base de datos con sus credenciales ya registradas en Firebase. - Debe seleccionar en el panel izquierdo la opción Realtime Database y elegir el nodo Users Data y el primer valor hacer clic en volt, mostrando el valor de voltaje.
Resultado esperado	<ul style="list-style-type: none"> - Visualizar las lecturas de voltaje. - Se observa todos los datos guardados en la base de datos hasta la actualidad.
Resultado de prueba	Correcto

TABLA LV
CASO DE PRUEBA DE CAJA NEGRA #6

CASOS DE PRUEBA DE CAJA NEGRA 6	
Número: PCN-06	Visualizar en card, marca de tiempo y voltaje
Descripción: El cliente puede observar mediante una card y en tiempo real, las lecturas de voltaje y la última actualización con fecha y hora.	
Prerrequisito: El cliente debe estar autenticado y registrado en la base de datos.	
Pasos de ejecución	<ul style="list-style-type: none"> - El cliente ingresa con su correo y contraseña. - El sistema le muestra en una card el valor de voltaje en números y con su magnitud de medida (V), además la última actualización con fecha y hora.
Resultado esperado	<ul style="list-style-type: none"> - Visualizar las lecturas de voltaje en número y con la letra V. - Observar la última actualización con fecha y hora.
Resultado de prueba	Correcto

TABLA LVI
CASO DE PRUEBA DE CAJA NEGRA #7

CASOS DE PRUEBA DE CAJA NEGRA 7	
Número: PCN-07	Visualizar en medidor el voltaje
Descripción: El cliente puede observar mediante un medidor gráfico en forma de reloj y en tiempo real, las lecturas de voltaje, con una pluma que se mueve cuando ingresa un nuevo valor de lectura.	
Prerrequisito: El cliente debe estar autenticado y registrado en la base de datos.	
Pasos de ejecución	<ul style="list-style-type: none"> - El cliente ingresa con su correo y contraseña. - El sistema le muestra en un medidor en forma de reloj con colores, el valor de voltaje en números y con su magnitud de medida V.
Resultado esperado	<ul style="list-style-type: none"> - Visualizar las lecturas de voltaje en número y con la letra V. - La pluma se mueve cada vez que se actualiza la lectura de voltaje.
Resultado de prueba	Correcto

TABLA LVII
CASO DE PRUEBA DE CAJA NEGRA #8

CASOS DE PRUEBA DE CAJA NEGRA 8	
Número: PCN-08	Visualizar en gráfico marca de tiempo y voltaje
Descripción: El cliente puede observar mediante un gráfico y en tiempo real, las lecturas de voltaje, fecha y hora. Así como también permite el sistema manipular la información en formato de imagen, pdf, csv, imprimir, las lecturas observadas en el instante que se desee realizar este trabajo.	
Prerrequisito: El cliente debe estar autenticado y registrado en la base de datos	
Pasos de ejecución	<ul style="list-style-type: none"> - El cliente ingresa con su correo y contraseña. - El sistema le muestra un gráfico con puntos de lecturas recibidas.

	<ul style="list-style-type: none"> - Pasando el mouse por la gráfica se puede observar el valor del tiempo y la lectura de voltaje. - Se puede observar las escalas tanto dl voltaje como del tiempo con segmentos de 5 espacios. - En la parte superior derecha se tiene el menú de opciones. - En el menú se gestiona el formato de archivo que se desea descargar o manipular, así como la impresión de la gráfica con sus valores, realizando la acción de clic en el formato deseado.
Resultado esperado	<ul style="list-style-type: none"> - Visualizar las lecturas de voltaje en número y la marca de tiempo cuando se actualizan y se ingresan en el gráfico. - Ubicar el mouse indicando el punto en forma de diamante que se desea observar, muestra el valor de voltaje y marca de tiempo.
Resultado de prueba	Correcto

TABLA LVIII
CASO DE PRUEBA DE CAJA NEGRA #9

CASOS DE PRUEBA DE CAJA NEGRA 9	
Número: PCN-09	Visualizar en tabla marca de tiempo y voltaje
Descripción: El cliente puede observar mediante una tabla y en tiempo real, las lecturas de voltaje, fecha y hora.	
Prerrequisito: El cliente debe estar autenticado y registrado en la base de datos.	
Pasos de ejecución	<ul style="list-style-type: none"> - El cliente ingresa con su correo y contraseña. - En el botón de ver todos los datos hacemos clic y se despliega la tabla mostrando los valores de marca de tiempo y voltaje ordenados en un inicio con el valor de la última actualización recibida y luego los datos más antiguos guardados en la base de datos. - Al pasar el mouse por las lecturas de la tabla se observa que las lecturas se pintan de un color gris.
Resultado esperado	<ul style="list-style-type: none"> - Visualizar las lecturas de voltaje en número y la marca de tiempo cuando se actualizan y se ingresan en la tabla. - Visualizar las botones de gestión de archivos.
Resultado de prueba	Correcto

TABLA LIX
CASO DE PRUEBA DE CAJA NEGRA #10

CASOS DE PRUEBA DE CAJA NEGRA 10	
Número: PCN-10	Seleccionar la cantidad de lecturas a leer
Descripción: El cliente puede ingresar el número d lecturas que desee observar en el gráfico en un segmento de 60 puntos en tiempo real, las lecturas de voltaje, fecha y hora. Así como también permite el sistema manipular la información en formato de imagen, pdf, csv, imprimir, las lecturas observadas en el instante que se desee realizar este trabajo.	
Prerrequisito: El cliente debe estar autenticado y registrado en la base de datos.	
Pasos de ejecución	<ul style="list-style-type: none"> - El cliente ingresa con su correo y contraseña. - El cliente debe marcar en el botón de chec box del gráfico, para que aparezca el gráfico. - En el recuadro de numero de lecturas, debe ingresar números, tal valor será mostrado en el gráfico. - En el menú de opciones se puede gestionar los archivos en diferentes formatos y además imprimir.
Resultado esperado	<ul style="list-style-type: none"> - Visualizar las lecturas de voltaje y marcas de tiempo en el gráfico, con el numero requerido ingresado en el casillero de numero de lecturas. - Visualizar el menú los botones de gestión de archivos.

	- Visualizar las lecturas de voltaje y marcas de tiempo en un gráfico, pasando el mouse por el gráfico se observe los puntos en forma de diamante la lectura de voltaje y la marca de tiempo.
Resultado de prueba	Correcto

TABLA LX
CASO DE PRUEBA DE CAJA NEGRA #11

CASOS DE PRUEBA DE CAJA NEGRA 11	
Número: PCN-11	Visualizar en tabla secuencia de lecturas de marca de tiempo y voltaje
Descripción: El cliente puede observar mediante una tabla y en tiempo real, la secuencia de todas las lecturas de voltaje, fecha y hora guardadas en la base datos, mediante un botón que muestra los valores registrados.	
Prerrequisito: El cliente debe estar autenticado y registrado en la base de datos.	
Pasos de ejecución	<ul style="list-style-type: none"> - El cliente ingresa con su correo y contraseña. - En el botón de ver todos los datos hacemos clic y se despliega la tabla mostrando los valores de marca de tiempo y voltaje ordenados en un inicio con el valor de la última actualización recibida y luego los datos más antiguos guardados en la base de datos. - El sistema muestra un botón más resultados... y haciendo clic nos muestra más resultados de datos guardados. - Al pasar el mouse por las lecturas de la tabla se observa que las lecturas se pintan de un color gris.
Resultado esperado	<ul style="list-style-type: none"> - Visualizar las lecturas de voltaje en número y la marca de tiempo cuando se actualizan y se ingresan en la tabla. - Cada vez que pulsamos el botón de más resultados, el sistema nos muestra en un orden de 100 resultados consecutivos todos los valores guardados en la base de datos. - Visualizar las botones de gestión de archivos.
Resultado de prueba	Correcto

TABLA LXI
CASO DE PRUEBA DE CAJA NEGRA #12

CASOS DE PRUEBA DE CAJA NEGRA 12	
Número: PCN-12	Ocultar tabla de lecturas registradas
Descripción: El cliente puede ocultar la tabla, mediante la acción de clic en un botón de ocultar lecturas guardadas en la base datos.	
Prerrequisito: El cliente debe estar autenticado y registrado en la base de datos.	
Pasos de ejecución	<ul style="list-style-type: none"> - El cliente ingresa con su correo y contraseña. - En el botón de ver todos los datos hacemos clic y se despliega la tabla mostrando los valores de marca de tiempo y voltaje ordenados en un inicio con el valor de la última actualización recibida y luego los datos más antiguos guardados en la base de datos. - En la parte superior de la tabla tenemos el botón de ocultar datos hacemos clic y oculta toda la tabla. - El sistema muestra los botones de gestión de archivos.
Resultado esperado	<ul style="list-style-type: none"> - Visualizar las lecturas de voltaje en número y la marca de tiempo cuando se actualizan y se ingresan en la tabla. - Visualiza la tabla oculta cuando pulsamos el botón de ocultar datos. - Visualizar que no se muestre la tabla. - Visualizar las botones de gestión de archivos.
Resultado de prueba	Correcto

TABLA LXII
CASO DE PRUEBA DE CAJA NEGRA #13

CASOS DE PRUEBA DE CAJA NEGRA 13	
Número: PCN-13	Borrar todos los valores de registro de la base de datos.
Descripción: El cliente puede borrar mediante un botón de acción todos los registros que estén guardados en la base de datos, mostrando un mensaje de advertencia como: está seguro que desea eliminar los valores, antes de descartar por completo los datos.	
Prerrequisito: El cliente debe estar autenticado y registrado en la base de datos.	
Pasos de ejecución	<ul style="list-style-type: none"> - El cliente ingresa con su correo y contraseña. - En el botón de Borrar todos los datos hacemos clic y nos lleva a una ventana de advertencia donde nos pregunta si ¿estamos seguros de eliminar todos los datos de la base de datos? - El sistema muestra en la parte superior un icono con una x para poder cerrar la ventana de advertencia. - Muestra dos botones el botón de cancelar, que cancela la operación de borrar datos y el otro borrar que elimina por completo todos los datos. - El sistema muestra los botones de gestión de archivos. - Desde la base de datos de Firebase también se puede eliminar cada valor por individual.
Resultado esperado	<ul style="list-style-type: none"> - Acceder a la aplicación web y realizar la acción en el botón de eliminar todos los valores registrados. - Visualizar la alerta que aparece al realizar la acción de clic en el botón eliminar. - Visualizar la opción de icono x de cierre de ventana. - Visualizar las botones de gestión de archivos.
Resultado de prueba	Correcto

TABLA LXIII
CASO DE PRUEBA DE CAJA NEGRA #14

CASOS DE PRUEBA DE CAJA NEGRA 14	
Número: PCN-14	Gestión de Habilitar-deshabilitar visualización de card, medidor, gráfico.
Descripción: El cliente puede habilitar y deshabilitar, mediante la acción de clic en chec box de los casilleros de mostrar card, Medidor, gráfico.	
Prerrequisito: El cliente debe estar autenticado y registrado en la base de datos.	
Pasos de ejecución	<ul style="list-style-type: none"> - El cliente ingresa con su correo y contraseña. - Debe marcar en el botón de chec box de los artefactos card, medidor, gráficos, para que aparezcan los mismos. - El sistema habilita y deshabilita con casilleros chec box los artefactos card, medidor, gráficos.
Resultado esperado	<ul style="list-style-type: none"> - Visualizar como aparecen y se ocultan los artefactos como: card medidor gráficos. - Los artefactos card y medidor, están habilitados por defecto, gráficos tiene la opción de visualizar o no en la presentación inicial de la pantalla.
Resultado de prueba	Correcto

TABLA LXIV
CASOS DE PRUEBA DE CAJA NEGRA #15

CASOS DE PRUEBA DE CAJA NEGRA 15	
Número: PCN-15	Gestión de descarga en CSV -PDF-Imprimir-JPG.

Descripción El cliente puede descargar la información de gráfico y tabla en formatos CSV -PDF-Imprimir-JPG.	
Prerrequisito: El cliente debe estar autenticado y registrado en la base de datos.	
Pasos de ejecución	<ul style="list-style-type: none"> - El cliente ingresa con su correo y contraseña. - El cliente debe marcar en el botón de chec box de gráficos, para que aparezcan los datos. - En gráficos se muestra en la parte superior derecha el menú de gestión de archivos donde se puede hacer clic en la opción deseada de archivo o acción deseada como imprimir y demás acciones necesarias. - En el botón de ver todos los datos hacemos clic y se despliega la tabla mostrando los valores de marca de tiempo y voltaje ordenados en un inicio con el valor de la última actualización recibida y luego los datos más antiguos guardados en la base de datos. - El sistema muestra un botón más resultados... y haciendo clic nos muestra más resultados de datos guardados. - Al pasar el mouse por las lecturas de la tabla se observa que las lecturas se pintan de un color gris. - El sistema muestra el apartado de descargas, donde podemos descargar en formato CSV o PDF la tabla actual. - Pulsamos el botón CSV y se descarga la tabla en un archivo con el nombre dataVolt en formato CSV. - Pulsamos el botón PDF y se descarga la tabla en un archivo con el nombre descarga en formato PDF. - En el formato PDF se abre una ventana de vista preliminar antes de descargar.
Resultado esperado	<ul style="list-style-type: none"> - Visualizar como se muestran los archivos de descarga. - Descarga de archivos en los formatos seleccionados, así como la acción de impresión de los gráficos.
Resultado de prueba	Correcto

Anexo 13. Gráficos estadísticos, características de electrodoméstico

La Fig. 36 detalla las características del electrodoméstico refrigerador marca Whirlpool.

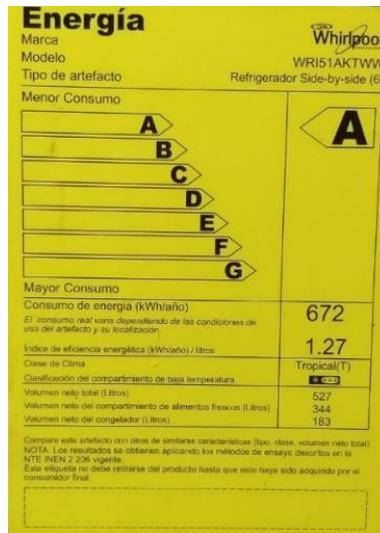


Fig. 36. Características del refrigerador

En la Fig. 37 muestra las temperaturas promedio del mes de abril según Microsoft Start



Fig. 37. Temperaturas promedio del mes de abril -Microsoft Start⁵

Los valores medidos y promedios se los evidencia en las Fig. 38 de enero, Fig. 39 de febrero y Fig. 40 de marzo. Donde las comparativas realizadas en el mes de marzo se mantiene dentro de un voltaje en los rangos permitidos.

⁵ [Pronóstico mensual de Malacatos, Loja, Ecuador | Tiempo de Microsoft \(msn.com\)](#)

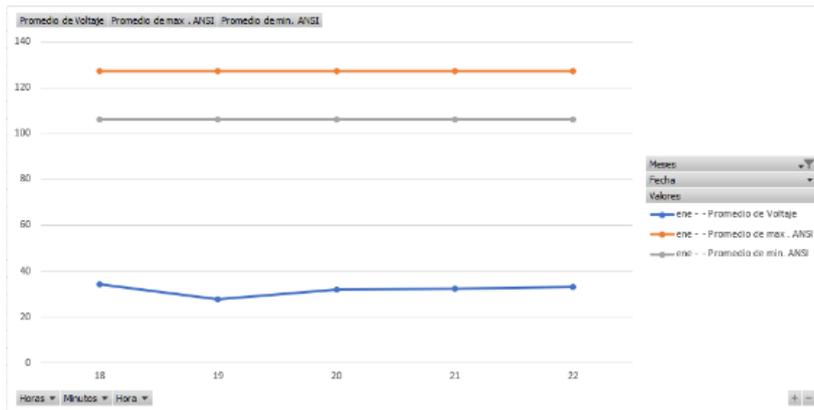


Fig. 38. Comparativo promedio de voltajes medidos enero

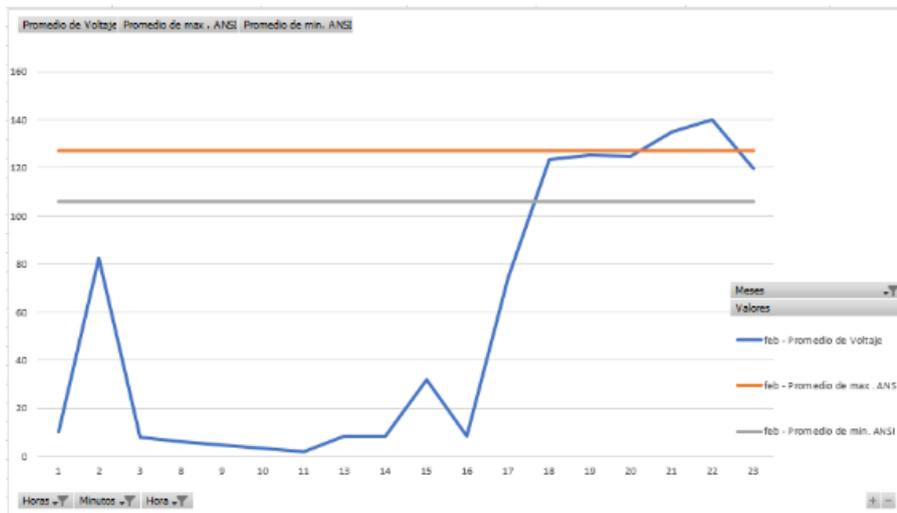


Fig. 39. Comparativo promedio de voltajes medidos febrero

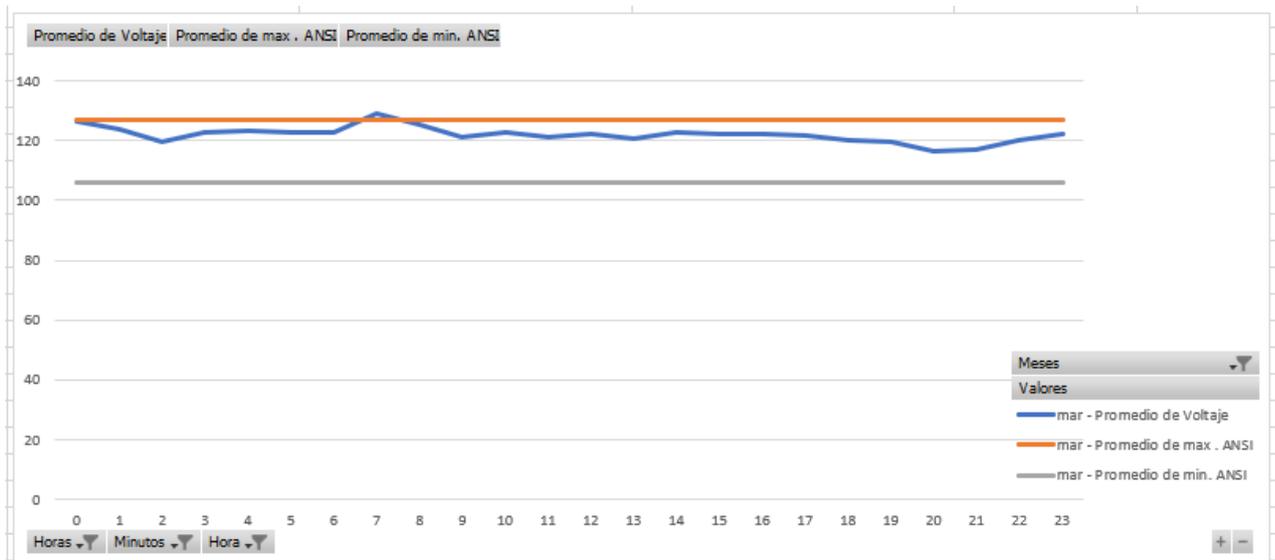


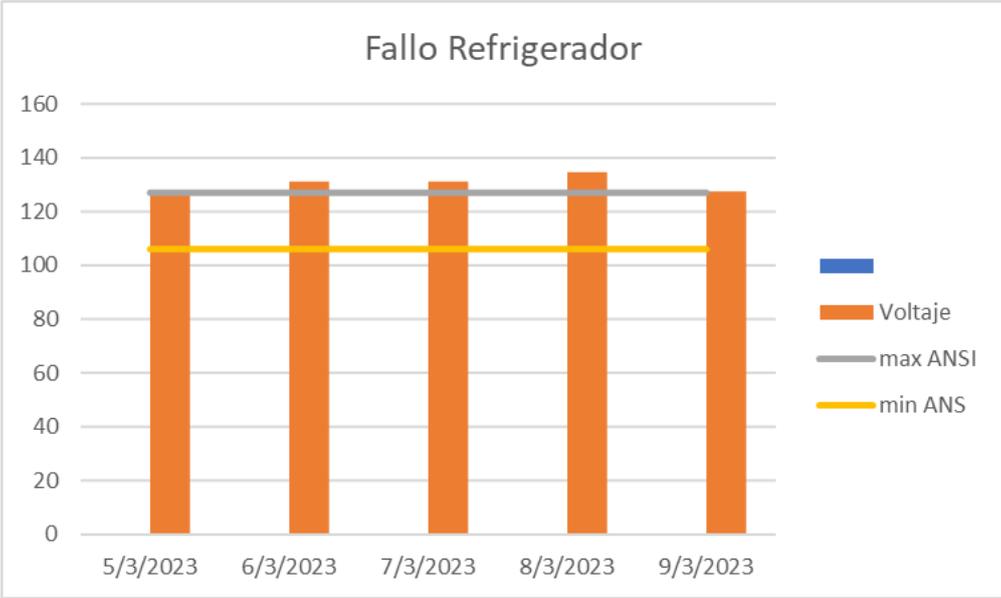
Fig. 40. Comparativo promedio de voltajes medidos marzo

Lecturas comparadas con Pinza Amperométrica Digital Voltaje Corriente DT202C, marca BAW y el sistema de monitoreo de voltaje. En la Tabla LXV se distingue las lecturas del 02 de marzo a las 21:19.

TABLA LXV
LECTURA 02 DE MARZO EN SISTEMA DE MONITOREO A LAS 21:19

Fecha	Lectura comparada con Pinza Amperométrica DT202C	Lectura en sistema
02 de marzo 2023		

En el Fig. 41 se observa una variación fuera de los rangos permitidos en electrodoméstico refrigerador, se realiza el análisis desde el 05 hasta el 09 de marzo.



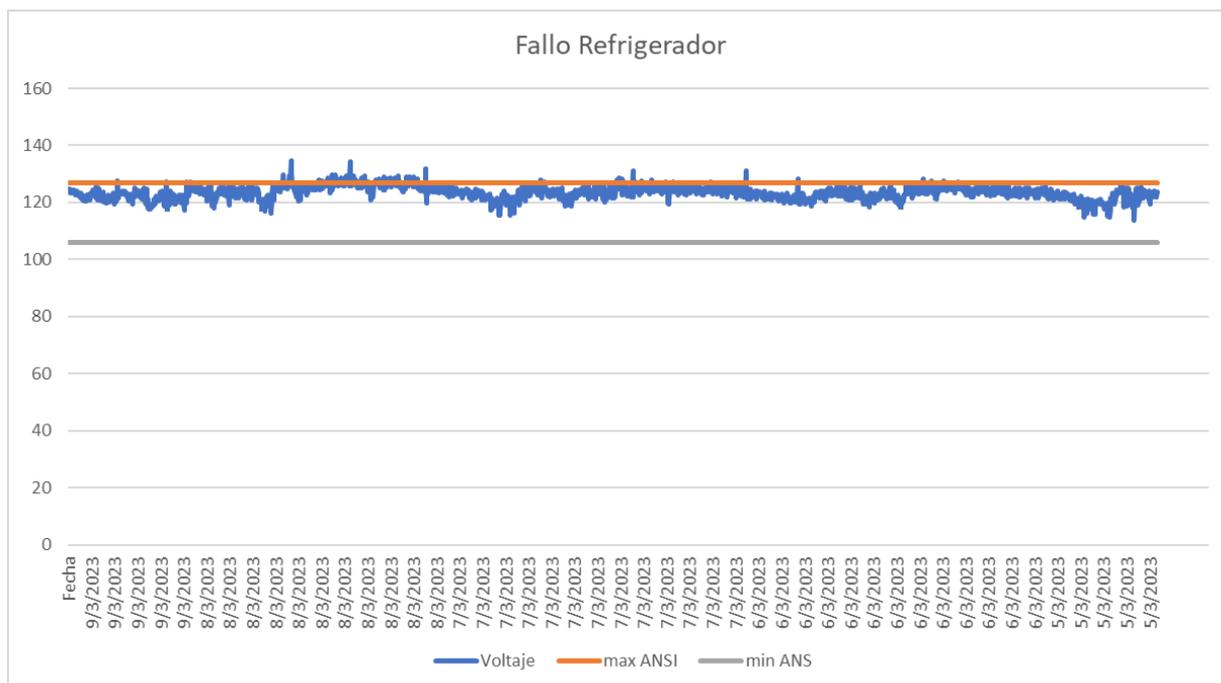


Fig. 41. Lecturas variación fuera de rango del refrigerador

En la Tabla LXVI se demuestra los valores comparados de moda, max, min, promedio.

TABLA LXVI
COMPARACIÓN DE MODA, MAX, MIN, PROMEDIO- FUERA DE RANGO

Días	Moda (V)	Max (V)	Min (V)	Promedio(V)
05/03	122	126	113	121.4
06/03	123	131	118	123.1
07/03	124	131	115	123.6
08/03	123	134	116	123.3
09/03	121	127	117	121.3

El día 05 de marzo se obtiene una moda de 122V, un máximo de 126V, mínimo de 113V y un promedio de 121.4V durante todo el día.

El día 06 de marzo se obtiene una moda de 123V, un máximo de 131V, mínimo de 118V y un promedio de 123.1V durante todo el día.

El día 07 de marzo se obtiene una moda de 124V, un máximo de 131V, mínimo de 115V y un promedio de 123.6V durante todo el día.

El día 08 de marzo se obtiene una moda de 123V, un máximo de 134V, mínimo de 116V y un promedio de 123.3V durante todo el día.

El día 09 de marzo se obtiene una moda de 121V, un máximo de 127V, mínimo de 117V y un promedio de 121.3V durante todo el día.

En la Fig. 42 comprobamos el funcionamiento del prototipo sin estar conectado el refrigerador; en otro tomacorriente, tomamos el día 03/04/2023. Además, en la Fig. 43 se observa las variaciones de voltaje en el día, tarde, noche y madrugada.

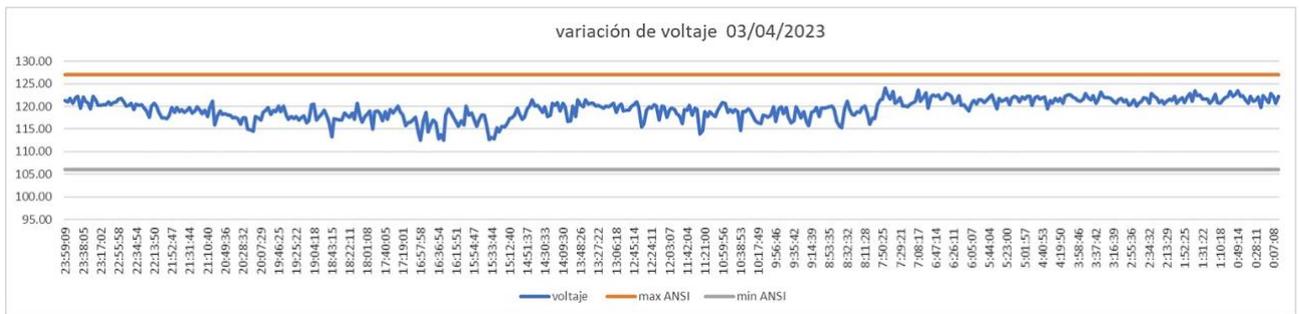


Fig. 42. Variación de voltaje 03/04/2023

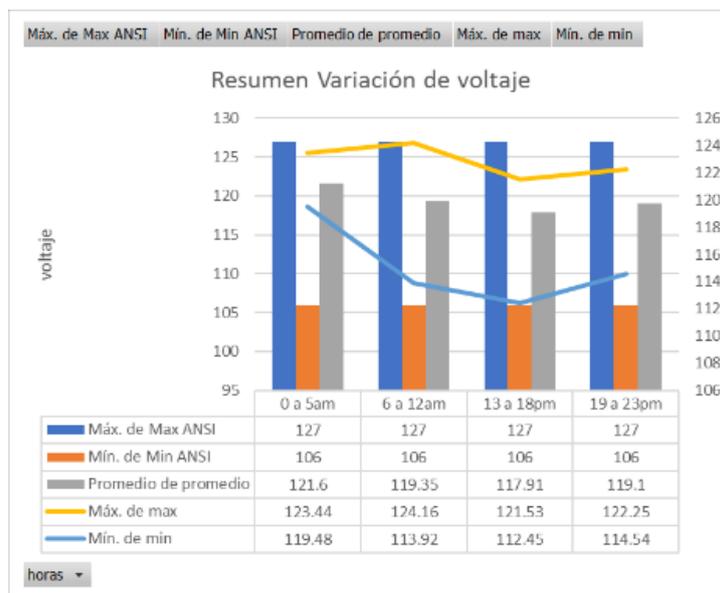


Fig. 43. Variación de voltaje en día, tarde, noche, madrugada

La **Moda** con el prototipo instalado en un tomacorriente cercano sin refrigerador es: de 00:00 a 05:00= 121V, de 06:00 a 12:00= 119V, de 13:00 a 18:00= 118V, de 19:00 a 23:00 =121V.

Con una temperatura ambiente promedio de 21°C según el tiempo de Microsoft Start.

En la figura 44 demostramos las lecturas tomadas el día 04 de abril. Además, en la Fig. 45 se observa las variaciones de voltaje en el día, tarde, noche y madrugada.

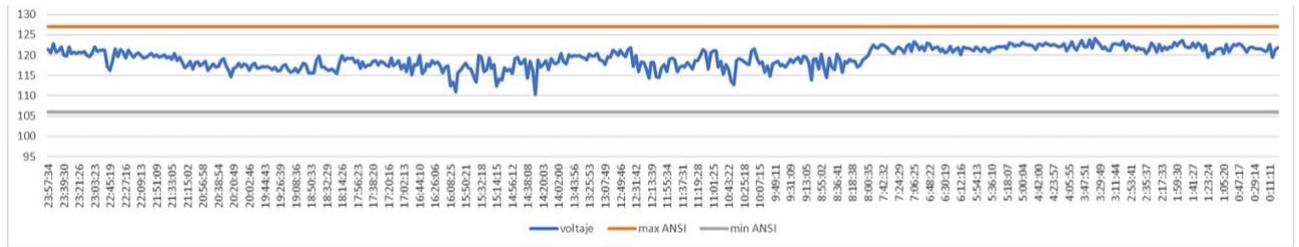


Fig. 44. Variación de voltaje 04/04/2023

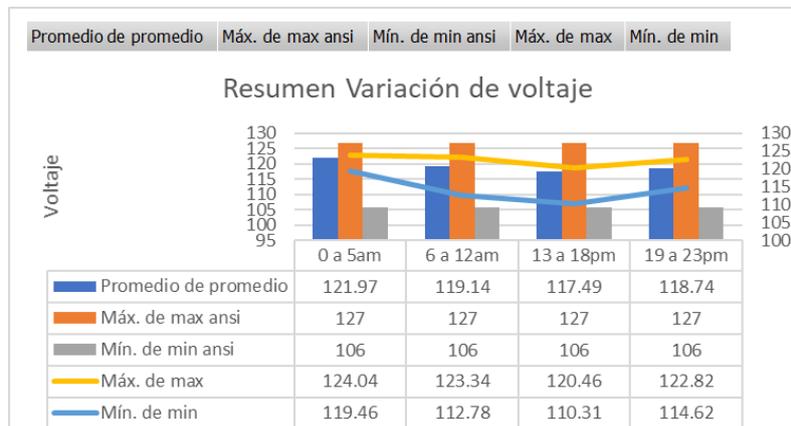


Fig. 45. Variación de voltaje en día, tarde, noche, madrugada (04/04/2023)

La **Moda** con el prototipo instalado en un tomacorriente cercano sin refrigerador es: de 00:00 a 05:00= 122V, de 06:00 a 12:00= 121V, de 13:00 a 18:00= 119V, de 19:00 a 23:00 =117V.

En la Fig. 46 mostramos valores de los dos días de comparativa. Con una temperatura ambiente promedio de 20°C según el tiempo de Microsoft Start.

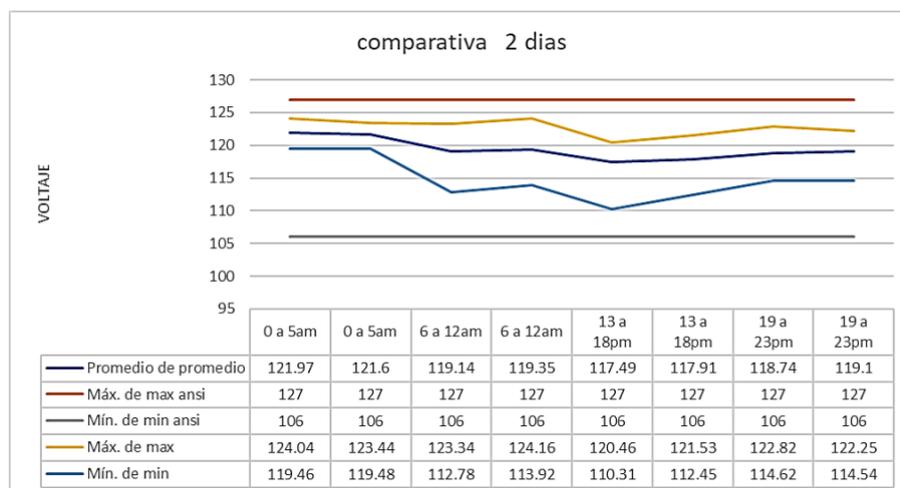


Fig. 46. Comparativa dos días

De los dos días de 00:00 a 05:00 =121V, 06:00 a 12:00 = 119V, 13:00 a 18:00=117, de 19:00 a 23:00= 119V.

A continuación, observamos algunas comparativas con el sistema y Pinza Amperométrica Digital Voltaje Corriente DT202C, marca BAW; en la Tabla LXVII conectado al electrodoméstico-refrigerador registrando el encendido y apagado del mismo; en horario de 07:00 a 08:00 Tabla LXVIII, 00:00 a 01:00 Tabla LXIX.

TABLA LXVII
LECTURA COMPARADA CON PINZA AMPEROMÉTRICA DIGITAL DT202C

Fecha	Lectura comparada con Pinza Amperométrica Digital	Lectura en sistema						
02 de marzo 2023 (21:19) Temperatura promedio 25°C.		 <table border="1"> <tr> <td>2023/03/02 21:21:03</td> <td>120.82</td> </tr> <tr> <td>2023/03/02 21:19:03</td> <td>120.27</td> </tr> <tr> <td>2023/03/02 21:17:02</td> <td>118.42</td> </tr> </table>	2023/03/02 21:21:03	120.82	2023/03/02 21:19:03	120.27	2023/03/02 21:17:02	118.42
2023/03/02 21:21:03	120.82							
2023/03/02 21:19:03	120.27							
2023/03/02 21:17:02	118.42							

TABLA LXVIII
HORARIO DE 07:00 A 08:00 - ELECTRODOMÉSTICO ENCENDIDO APAGADO

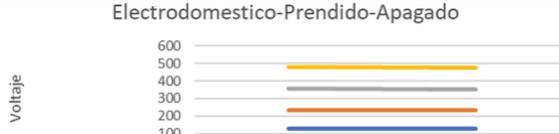
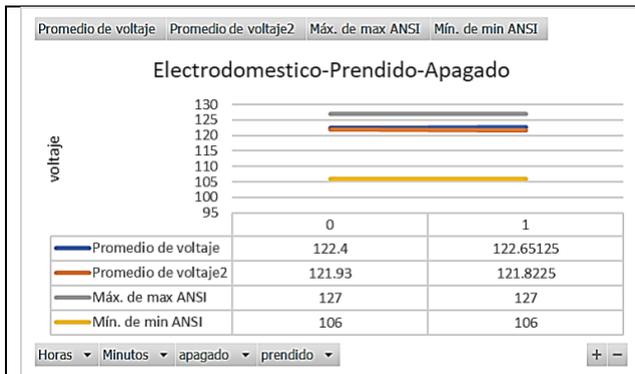
05-04-2023(07:00-08:00)	Lectura comparada con Pinza Amperométrica Digital DT202C.																																																					
<p>Electrodomestico-Prendido-Apagado</p>  <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>7</th> <th>8</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Promedio de prendida</td> <td>123.158</td> <td>122.1833333</td> </tr> <tr> <td>Promedio de apagada</td> <td>124.86</td> <td>123.8533333</td> </tr> <tr> <td>Mín. de min ANSI2</td> <td>106</td> <td>106</td> </tr> <tr> <td>Máx. de max ANSI2</td> <td>127</td> <td>127</td> </tr> </tbody> </table> <p>En sistema:</p> <table border="1"> <tbody> <tr><td>2023/04/05 08:11:01</td><td>121.66</td></tr> <tr><td>2023/04/05 08:08:00</td><td>121.48</td></tr> <tr><td>2023/04/05 08:05:00</td><td>122.18</td></tr> <tr><td>2023/04/05 08:01:59</td><td>122.89</td></tr> <tr><td>2023/04/05 07:58:59</td><td>123.60</td></tr> <tr><td>2023/04/05 07:55:58</td><td>122.59</td></tr> <tr><td>2023/04/05 07:52:58</td><td>124.48</td></tr> <tr><td>2023/04/05 07:49:57</td><td>123.31</td></tr> <tr><td>2023/04/05 07:46:56</td><td>121.81</td></tr> <tr><td>2023/04/05 07:43:56</td><td>123.34</td></tr> <tr><td>2023/04/05 07:40:55</td><td>124.64</td></tr> <tr><td>2023/04/05 07:37:55</td><td>123.58</td></tr> <tr><td>2023/04/05 07:34:54</td><td>125.01</td></tr> <tr><td>2023/04/05 07:31:53</td><td>123.71</td></tr> <tr><td>2023/04/05 07:28:53</td><td>125.15</td></tr> <tr><td>2023/04/05 07:25:52</td><td>124.57</td></tr> <tr><td>2023/04/05 07:22:52</td><td>125.86</td></tr> <tr><td>2023/04/05 07:19:52</td><td>123.33</td></tr> <tr><td>2023/04/05 07:16:51</td><td>122.90</td></tr> </tbody> </table> <p>Moda: apagada es 123V y 125V. Moda: prendida es: 122V, 121V. Con una temperatura ambiente promedio de 21°C según el tiempo de Microsoft Start.</p>		7	8	Promedio de prendida	123.158	122.1833333	Promedio de apagada	124.86	123.8533333	Mín. de min ANSI2	106	106	Máx. de max ANSI2	127	127	2023/04/05 08:11:01	121.66	2023/04/05 08:08:00	121.48	2023/04/05 08:05:00	122.18	2023/04/05 08:01:59	122.89	2023/04/05 07:58:59	123.60	2023/04/05 07:55:58	122.59	2023/04/05 07:52:58	124.48	2023/04/05 07:49:57	123.31	2023/04/05 07:46:56	121.81	2023/04/05 07:43:56	123.34	2023/04/05 07:40:55	124.64	2023/04/05 07:37:55	123.58	2023/04/05 07:34:54	125.01	2023/04/05 07:31:53	123.71	2023/04/05 07:28:53	125.15	2023/04/05 07:25:52	124.57	2023/04/05 07:22:52	125.86	2023/04/05 07:19:52	123.33	2023/04/05 07:16:51	122.90	
	7	8																																																				
Promedio de prendida	123.158	122.1833333																																																				
Promedio de apagada	124.86	123.8533333																																																				
Mín. de min ANSI2	106	106																																																				
Máx. de max ANSI2	127	127																																																				
2023/04/05 08:11:01	121.66																																																					
2023/04/05 08:08:00	121.48																																																					
2023/04/05 08:05:00	122.18																																																					
2023/04/05 08:01:59	122.89																																																					
2023/04/05 07:58:59	123.60																																																					
2023/04/05 07:55:58	122.59																																																					
2023/04/05 07:52:58	124.48																																																					
2023/04/05 07:49:57	123.31																																																					
2023/04/05 07:46:56	121.81																																																					
2023/04/05 07:43:56	123.34																																																					
2023/04/05 07:40:55	124.64																																																					
2023/04/05 07:37:55	123.58																																																					
2023/04/05 07:34:54	125.01																																																					
2023/04/05 07:31:53	123.71																																																					
2023/04/05 07:28:53	125.15																																																					
2023/04/05 07:25:52	124.57																																																					
2023/04/05 07:22:52	125.86																																																					
2023/04/05 07:19:52	123.33																																																					
2023/04/05 07:16:51	122.90																																																					

TABLA LXIX
HORARIO DE 00:00 A 01:00 - ELECTRODOMÉSTICO ENCENDIDO APAGADO

05-04-2023 (00:00-01:00)	Lectura comparada con Pinza Amperométrica Digital DT202C



En sistema:

2023/04/04 01:53:29	123.53
2023/04/04 01:50:28	122.13
2023/04/04 01:47:28	121.88
2023/04/04 01:44:27	121.78
2023/04/04 01:41:27	123.00
2023/04/04 01:38:26	121.77
2023/04/04 01:35:25	122.93
2023/04/04 01:32:25	122.35
2023/04/04 01:29:24	120.96
2023/04/04 01:26:24	122.47
2023/04/04 01:23:24	119.46
2023/04/04 01:20:23	120.58
2023/04/04 01:17:23	120.23
2023/04/04 01:14:22	121.33
2023/04/04 01:11:21	121.48
2023/04/04 01:08:20	121.71
2023/04/04 01:05:20	120.40
2023/04/04 01:02:19	122.62
2023/04/04 00:59:19	120.79
2023/04/04 00:56:18	121.76
2023/04/04 00:53:18	122.71

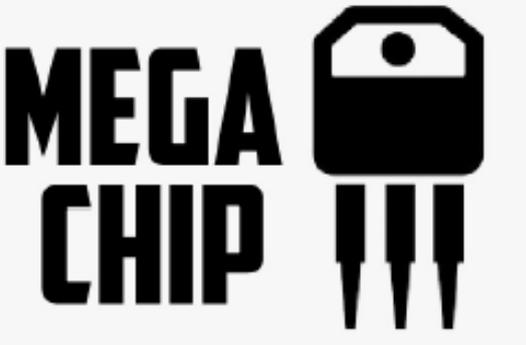
Moda: apagada es: 123V.

Moda: prendida es: 121V.

Con una temperatura ambiente promedio de 21°C según el tiempo de Microsoft Start.



Anexo 14. Factura de adquisición de dispositivos electrónicos

	R.U.C: 1104170442001
	FACTURA No. 001-001-000000441 NÚMERO AUTORIZACIÓN 1304202301110417044200120010010000004419846951110 FECHA Y HORA DE AUTORIZACIÓN 2023-04-13 15:58:25-05:00 AMBIENTE: Producción EMISIÓN: Normal
MEGACHIP ELECTRONICS CARRION TORRES CRISTIAN FABIAN Dir. Matriz: MERADILLO #15-6 Y 18 DE NOVIEMBRE / SAN SEBASTIAN / LOJA / LOJA Dir. Sucursal: MERADILLO #15-6 Y 18 DE NOVIEMBRE / SAN SEBASTIAN / LOJA / LOJA Obligado A Llevar Contabilidad: NO CONTRIBUYENTE RÉGIMEN RIMPE	CLAVE DE ACCESO  1304202301110417044200120010010000004419846951110

Razón Social / Nombres y Apellidos: MEDINA RIVERA GALO FERNANDO Fecha Emisión: 13/04/2023	RUC / Ct: 1102996145 Gula de Remisión:
--	---

Cod. Principal	Cod. Auxiliar	Cant.	Descripción	Detalle Adicional	Detalle Adicional	Precio Unitario	Descuento	Precio Total
000021		1	MODULO ESP32			\$13.3900	0%	\$13.39
00058QQ		1	SENSOR DE VOLTAJE ZMPT101B			\$7.1400	0%	\$7.14
000025		1	PANTALLA OLED SSD1306			\$9.0000	0%	\$9.00
000011		1	CARGADOR 12V 4A			\$8.9200	0%	\$8.92
000008		7	CABLES JUMPER M-H			\$0.0700	0%	\$0.49

Forma de Pago	Valor	Plazo	Tiempo	Subtotal
SIN UTILIZACIÓN DEL SISTEMA FINANCIERO	\$43.61	0	dias	\$ 38.94

Información Adicional		Subtotal
DIRECCION	MALACATOS	\$ 0.00
TELEFONO	0995528556	\$ 0.00
EMAIL	gamer7@hotmail.com	\$ 0.00
		\$ 38.94
		\$ 0.00
		\$ 0.00
		\$ 4.68
		\$ 0.00
		\$ 43.61

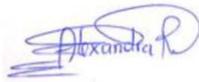
VALOR A PAGAR \$ 43.61

Anexo 15. Certificación de traducción al idioma Inglés

CERTIFICADO

YO. Lic. Alexandra Elizabeth Rivera Celi, PORTADOR DE LA CÉDULA DE CIUDADANÍA 1105153215 PROFESORA DE INGLÉS. CERTIFICO QUE LA TRADUCCIÓN AL INGLÉS DEL RESUMEN DE TESIS REFERENTE A: **“PROTOTIPO PARA MONITOREO DE VARIACIONES DE VOLTAJE EN ELECTRODOMÉSTICO-REFRIGERADOR DE LA DESPENSA "FLOR DE CAÑA"; PARROQUIA MALACATOS.”** PERTENECIENTE AL SEÑOR **GALO FERNANDO MEDINA RIVERA**. CORRESPONDE AL TEXTO ORIGINAL EN ESPAÑOL.

Atentamente:



Lic. Alexandra Elizabeth Rivera Celi

Licenciada en Ciencias de la Educación mención Idioma Inglés

Registro N° 1008-14-1301247

Loja, 16 de Abril de 2023