

EnergySystem: Tecnología Iot para un Sistema de Monitoreo de consumo de energía eléctrica en el hogar

Alexander Herrera Silva,

Bryan Robalino Chuez,

and John Vera Macias

Facultad de Ciencias de la Ingeniería, Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Ecuador

[aherrer3@uteq.edu.ec,](mailto:aherrer3@uteq.edu.ec)

[brobalino@uteq.edu.ec,](mailto:brobalino@uteq.edu.ec)

jveram10@uteq.edu.ec

Resumen. El proyecto EnergySystem se centra en desarrollar un sistema de monitoreo de consumo de energía en el hogar mediante tecnologías IOT. Utilizamos sensores de corriente para medir el consumo eléctrico y presenta una interfaz web y móvil que permite a los usuarios monitorear en tiempo real, revisar el historial de consumo y acceder a funciones para mejorar la eficiencia energética. La revisión del estado del arte destaca la diversidad de tecnologías utilizadas en sistemas similares, mientras que el proyecto se diferencia por su enfoque en eficiencia energética y una interfaz de usuario amigable. La metodología de desarrollo incluye casos de uso como la gestión de dispositivos residenciales, inicio de sesión, registro de usuarios y gestión de alertas, buscando ofrecer una solución completa y adaptable.

Palabras claves: IoT, sostenibilidad, sensores de corriente,

1 Introducción

En el contexto contemporáneo de la sociedad actual, donde la eficiencia energética y la sostenibilidad se han vuelto imperativos ineludibles, surge la necesidad apremiante de desarrollar soluciones innovadoras que empoderen a los usuarios para tomar el control de su consumo de energía en el hogar. Este proyecto se inserta en este escenario dinámico, enfocándose en la creación de un sistema avanzado de monitoreo de energía para los dispositivos domésticos.

El proyecto EnergySystem se configura como una propuesta vanguardista para el monitoreo del consumo de energía de los dispositivos hogareños, haciendo uso de tecnología de Internet de las Cosas (IoT). Mediante la implementación de sensores de corriente, este sistema mide con precisión el consumo eléctrico de los dispositivos conectados en el hogar. Asimismo, presenta una interfaz de usuario accesible a través de una aplicación tanto web como móvil. Esta interfaz no solo permite a los usuarios supervisar en tiempo real su consumo de energía, sino que también brinda acceso a un detallado historial de consumo y diversas funcionalidades diseñadas para mejorar la eficiencia energética. En un contexto donde la falta de responsabilidad de algunos usuarios contribuye a problemas como el aumento de costos y la creciente demanda

energética, este proyecto busca abordar estas preocupaciones promoviendo un uso consciente y eficiente de la energía en los hogares **[Oviedo, Byron Torres Quijije]**.

Con el avance de herramientas tecnológicas innovadoras, se exploran métodos novedosos para la preservación de recursos energéticos. Dentro de este marco, se incluye la investigación en el ámbito de las telecomunicaciones, centrándose en la creación de nuevos procesos y herramientas que posibiliten la gestión eficiente de la información. En el contexto de este proyecto específico, se pretende emplear las telecomunicaciones como una herramienta fundamental para fortalecer el ahorro y optimizar el consumo eléctrico.

La eficiencia energética conduce a la disminución del consumo, lo que resulta en una reducción de los costos de facturación, contribuyendo así a optimizar los recursos económicos de las familias. Si se hace un análisis a una escala más amplia, considerando viviendas en una ciudad, se obtendría la cantidad total de energía ahorrada. La reducción en el consumo de electricidad también conlleva a una disminución de las emisiones de CO₂, lo que desempeña un papel significativo en la preservación del medio ambiente. Esto se logra al evitar desperdicios y consumir energía de manera más eficiente, ya sea mediante cambios en los hábitos o mediante la utilización de equipos con menor consumo energético **[Benavides, V]**.

En la sociedad y el ámbito privado, ha ganado popularidad la preocupación por nuestro planeta, y exhibir una imagen ecológica se percibe como un factor positivo en las interacciones sociales y comerciales **[Charry J]**. Las empresas, de manera inteligente, han mostrado interés en la reducción de emisiones de carbono para ser percibidas como entidades sostenibles. Reconocen que estas estrategias no solo representan un gasto, sino más bien una inversión, tanto por el ahorro inmediato en consumo como por las consecuencias positivas en el ámbito mercadológico que conllevan **[Maestría, T]**.

Finalmente, pero de igual importancia, existe un riesgo directamente vinculado a la cantidad de consumo de energía. A medida que aumentan las cantidades netas de consumo, también crece el riesgo de que los incrementos en los precios de la energía o la escasez de suministro puedan afectar significativamente la rentabilidad o incluso la continuidad de un negocio en el mercado **[ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN EDINSON RAÚL CÁCERES ALVARADO]**.

Este informe sigue una disposición estructurada que presenta de manera precisa los aspectos principales tratados en el proyecto. Inicialmente, la Sección 2 se enfoca en el Estado del Arte, ofreciendo una visión general del conocimiento actual en lo que respecta a la calidad del agua y los sistemas de calidad. Posteriormente, en la Sección 3, se proporciona una descripción detallada del sistema propuesto, destacando con minuciosidad sus atributos y el modo en que opera.

En la Sección 4, se detalla a fondo la metodología TDDM4IoT que se utilizó durante la implementación del sistema. La Sección 5 se centra en analizar los resultados obtenidos y su significado. Finalmente, la Sección 6 engloba las conclusiones derivadas de los descubrimientos.

1.1 Antecedentes

En el contexto moderno de la sociedad actual, donde la eficiencia energética y la sostenibilidad son imperios incuestionables, surge la necesidad de desarrollar soluciones innovadoras que permitan a los usuarios tener un mayor control sobre su consumo de energía en el entorno doméstico. En este sentido, se procuró aprovechar tecnologías avanzadas como la computación en la nube y el Internet de las Cosas (IoT), especialmente adaptados para

dispositivos con sensores que ayuden a obtener resultado de mediciones precisas. Con respecto a las últimas tendencias se observa una evolución de las tecnologías de desarrollo de los sensores “inteligentes”, los cuales pueden ser fácilmente utilizados y desplegados para diversos usos, no solo en el área de la electricidad, como se aplican en este proyecto sino también en otros medios como el hidráulico, entre otros. Estos dispositivos también tienen la ventaja de poder transmitir la información recopilada por medio del internet, poniéndola a disposición desde cualquier sitio **[Development of an IoT-Based Electrical Consumption]**

1.2 Pregunta de investigación y objetivos

La pregunta de investigación que guía este estudio es: ¿Cuáles son las características de los sistemas de monitoreo de energía en el hogar que se han desarrollado hasta el momento? Esta pregunta surge a partir de la necesidad de conocer el estado actual en cuanto a características de los sistemas de monitoreo de energía existentes. Para abordar esta pregunta de investigación, se plantean objetivos que serán descritos en la siguiente sección.

Objetivo general

- Diseñar e implementar un sistema IoT(Internet de las cosas) de Monitoreo de Consumo de Energía con sensores de corriente, una aplicación web y móvil, así permitiendo a los usuarios monitorear y gestionar el consumo eléctrico en tiempo real para promover la eficiencia energética y la reducción de costos.

Objetivo específico

- Investigar y seleccionar las tecnologías más apropiadas de Internet de las Cosas (IoT) para la recolección en tiempo real de datos vinculados con el consumo eléctrico.
- Llevar a cabo una revisión exhaustiva del estado actual de los sistemas de monitoreo de energía eléctrica para identificar tanto las limitaciones como las oportunidades existentes.
- Definir las características principales de IoT para monitoreo de consumo de Energía.
- Desarrollar una plataforma de comunicación sólida que posibilite la transmisión segura y eficiente de datos entre los dispositivos de medición y el centro de control.
- Crear un sistema de gestión de datos que permita almacenar, procesar y analizar de manera efectiva la información recolectada.
- Establecer una plataforma segura de comunicación entre el dispositivo y la aplicación web y móvil, garantizando así una transmisión confiable de datos y así poder gestionar el consumo desde cualquier ubicación.
- Realizar pruebas del sistema en entornos reales para asegurar su funcionalidad, confiabilidad y precisión.
- Documentar de manera detallada todo el proceso de desarrollo, desde la investigación inicial hasta las pruebas y los resultados finales, con el fin de dar posible replicación y mejora en futuros proyectos.

2 Estado del arte

Para obtener un punto de partida se realizó una búsqueda en bases de datos bibliográficas, páginas webs confiables y editoriales académicas como IEEE Xplore, MDPI y Springer. Se utilizó la siguiente cadena de búsqueda:

(system OR "software" OR application OR programmed) AND ("IOT" OR web app OR mobile app) AND ("consumption" OR monitoring OR control) AND ("electric" OR electricidad OR power)

Al utilizar esta cadena de búsqueda se consiguió información sobre Sistemas de monitoreo de electricidad en el hogar aplicando Internet de las cosas (IoT). La elaboración de esta investigación pretende responder a la pregunta ¿Cuáles son las características de los sistemas de monitoreo de electricidad se han desarrollado hasta ahora? Para ello se realizó la búsqueda antes mencionada. A continuación, se presentan los hallazgos encontrados en cada investigación.

Los proyectos revisados presentan una variedad de tecnologías, desde placas Arduino hasta módulos Wi-Fi y microcontroladores específicos. Diversos sensores, como el sensor de corriente PZEM-004T, sensor de voltaje y corriente INA219, demuestran la importancia de recopilar datos precisos. La conectividad a plataformas web, como Thingspeak, y la aplicación de metodologías ágiles son comunes en varios proyectos, resaltando la accesibilidad y eficiencia en la visualización de datos. Se observa una necesidad común de abordar desafíos como la adaptabilidad en espacios reducidos y la falta de especificidad en la metodología de desarrollo. La propuesta del proyecto EnergySystem se basa en la implementación de tecnologías como ESP8266, MKR WiFi 1010 y Adafruit ESP32 Feather, junto con sensores de corriente y voltaje, para abordar las limitaciones encontradas en proyectos anteriores.

EnergySystem se rige como un sistema innovador de monitoreo de consumo eléctrico en hogares mediante sensores de corriente, una interfaz web y móvil, destacando por su enfoque centrado en el monitoreo de la energía, obteniendo una eficiencia energética mayor. En contraste con otros proyectos, como el basado en Arduino IoT Cloud de Tan et al [1] que emplea tecnologías Arduino y plataformas en la nube, o iniciativas como la de Himer et al [2] que utilizan tecnologías específicas como micro-CPV en el techo para generación eficiente de energía, mientras que otros, como el que utiliza Infineon MCU Redwanul et al [3] se enfocan en el análisis en tiempo real y la generación eficiente de energía, proyectos como el de Prakashraj et al [4], que utiliza un sistema basado en la plataforma Blynk IoT, o el de Azha et al [5] con la integración de GPRS en un hogar inteligente, muestran diferentes perspectivas y aplicaciones de IoT en la gestión energética. La comparación revela que nuestro trabajo destaca al proporcionar una solución integral que equilibra con respecto a la eficiencia energética, la monitorización en tiempo real y la interfaz de usuario amigable, superando a otros enfoques en términos de adaptabilidad y accesibilidad.

El proyecto "Arduino IoT Based Energy Meter" de Patel et al [6], se observa una sólida implementación de un medidor de energía inteligente mediante Arduino y la plataforma Arduino IoT Cloud. Sin embargo, en comparación con el proyecto en desarrollo, se identifican áreas de mejora en cuanto a la amplitud de las funcionalidades y la interfaz de usuario propuestas. EnergySystem tiene el potencial de superar a este proyecto al ofrecer una aplicación web más avanzada con herramientas interactivas para el monitoreo y la mejora continua del consumo de energía, proporcionando una experiencia más completa y centrada en el usuario.

El trabajo de Hariharan et al [7] se enfoca en el monitoreo del consumo de energía en sistemas domésticos inteligentes. Este utiliza tecnologías de Internet de las Cosas (IoT), sensor de corriente, base de datos en la nube y una aplicación de Android para crear una solución integral. El sensor de corriente recopila datos de consumo, que son enviados y almacenados en la nube, permitiendo el monitoreo en tiempo real.

Sin embargo, a diferencia de energysystem este no tiene la capacidad de enviar alertas por picos de consumo configurables por el usuario lo cual es un punto a favor de nuestro sistema ya que se podrá mantener al tanto de la situación de consumo de energía del usuario

sin necesidad de que este monitoreando el consumo de energía mediante la aplicación todo el tiempo.

Como el Shin et al [8] el cual introduce un medidor de consumo de energía inteligente basado en un ESP32 con sensor de corriente (CT) y Node MCU. Este sistema permite una gestión eficiente del consumo energético al medir con precisión las unidades de corriente del medidor de energía del dispositivo electrónico. Los datos analizados se envían a una aplicación web basada en la nube, proporcionando información detallada y análisis en tiempo casi real.

En este aspecto, energysystem presenta una mejora significativa al proporcionar información en tiempo real. Esta característica beneficia al usuario al mantenerlo informado sobre su consumo de energía en todo momento, brindándole una visión actualizada y detallada de sus patrones de consumo.

Respecto al trabajo de Handoko et al [9] se puede destacar que el nuestro va implementar un sistema de notificaciones inteligentes que alerte a los usuarios sobre patrones inusuales de consumo o sugerencias personalizadas para optimizar su eficiencia energética, por otra parte, se encontró que el artículo de Chooung et al [10] no presenta un enfoque más robusto en la seguridad y privacidad de los datos, abordando de manera proactiva las preocupaciones relacionadas con la gestión segura de la información de consumo de energía.

El proyecto EnergySystem es un sistema innovador de monitoreo de consumo de energía en el hogar basado en Internet de las cosas (IoT). Este sistema utiliza sensores de corriente para medir el consumo eléctrico de dispositivos conectados en el hogar. Además, presenta una interfaz de usuario a través de una aplicación web y móvil que permite a los usuarios monitorear su consumo de energía en tiempo real y acceder a diversas funcionalidades para mejorar la eficiencia energética, los usuarios pueden recibir alertas personalizadas sobre patrones de consumo inusuales, permitiéndoles tomar medidas proactivas para optimizar su eficiencia y reducir costos.

3 Sistema propuesto

Se presenta EnergySystem, un sistema inteligente y novedoso diseñado para el monitoreo de la energía en el hogar. Este sistema se destaca por su capacidad para supervisar y monitorear con precisión los parámetros del consumo de energía eléctrica en el hogar.

La implementación de EnergySystem se respalda en una plataforma web y una aplicación móvil, brindando a los usuarios la posibilidad de monitorear de manera remota y fácilmente accesible los datos del consumo energético. Este enfoque facilita la toma de decisiones y ajustes según las circunstancias.

Con una interfaz intuitiva y herramientas eficientes, EnergySystem representa un avance significativo en la mejora del monitoreo eléctrico y la garantía del consumo eléctrico en diversos entornos.

El sistema será implementado en un módulo Adafruit ESP32 Feather, junto a un grupo de sensores sensor como: sensor de corriente (CT) y Sensor de voltaje (PT). También, componentes necesarios para la captación, procesamiento y filtración de los datos como: Jack de audio hembra 3.5mm, Conectores hembra SIL, Varistor, Fusible 240v 200ma, Bobina choke. Finalmente, para visualizar los datos en tiempo real el uso de una pantalla OLED.

Estos componentes de hardware están integrados con una aplicación móvil que permite a los usuarios visualizar el sistema de monitoreo eléctrico, supervisar en tiempo real los datos obtenidos por los sensores, y a través de la plataforma web, acceder al historial de registros y ajustar los parámetros de control eléctrico.

EnergySystem consta de tres elementos esenciales: el dispositivo en sí, la aplicación móvil y la plataforma web asociada. A través de esta solución, el objetivo es informar a los

usuarios sobre el consumo de energía eléctrica en el hogar, donde se instalan los módulos o sensores.

Basándonos en la revisión de enfoques para desarrollar sistemas IoT, se observa que la metodología TDDM4IoTS, concebida por Guerrero [REFERENCIA TDDT4IoTS], se adapta mejor al ciclo de vida del proyecto EnergySystem. También se utilizó la herramienta TDDT4IoTS, disponible en el sitio web de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ)

Esta aplicación automatiza la generación de parte del software necesario para el procesamiento de datos y la interacción con el usuario a partir de los casos de uso. TDDM4IoTS abarca todos los aspectos relacionados con los sistemas IoT, desde una evaluación preliminar hasta pruebas de código y tareas de mantenimiento del software [REFERENCIA TDDT4IoTS].

3.1 Funcionalidades de la Aplicación Web:

Para la gestión y el manejo de los datos que enviara el dispositivo IOT, se utilizara una aplicación web, la cual contara con diversas funcionalidades que les permitirá a los usuarios llevar un control preciso del consumo de energía de los dispositivos que tengan en el hogar.

Proyecto basado en IOT que utiliza:

Sensores: Sensor de corriente para medir el consumo eléctrico.

Aplicación Web: Permite a los usuarios monitorear el consumo de energía en tiempo real.

A continuación, se muestran algunas de las funcionalidades que tendrá la Aplicación Web:

- **Visualización valores energéticos:** Muestra los valores de la energía, como: El voltaje, la corriente y la potencia en tiempo real.
- **Visualización en Tiempo Real:** Muestra el consumo de energía actualizado en intervalos regulares.
- **Histórico de Consumo:** Permite a los usuarios ver el historial de consumo de energía en gráficos diarios, semanales o mensuales.
- **Alertas de Consumo:** Configuración de alertas para notificar a los usuarios cuando el consumo de energía excede ciertos umbrales.
- **Generación de informes automáticos:** Crea informes y enviarlos por correo electrónico a los usuarios de forma regular. Estos informes podrían incluir resúmenes mensuales, consejos de ahorro de energía y comparaciones de consumo.
- **Integración con Tarifas Eléctricas Dinámicas:** Si es relevante para la ubicación del usuario, la aplicación podría integrarse con tarifas eléctricas dinámicas para ofrecer estimaciones de costos en tiempo real basadas en el consumo actual.

3.2 Funcionalidades de la Aplicación Móvil:

Para la gestión y el manejo de los datos que enviara el dispositivo IOT, se utilizara una aplicación móvil, la cual contara con diversas funcionalidades que les permitirá a los usuarios llevar un control preciso del consumo de energía de los dispositivos que tengan en el hogar.

A continuación, se muestran algunas de las funcionalidades que tendrá la Aplicación Móvil:

- **Visualización valores energéticos:** Muestra los valores de la energía, como: El voltaje, la corriente y la potencia en tiempo real.
- **Histórico de Consumo:** Permite a los usuarios ver el historial de consumo de energía en gráficos diarios, semanales o mensuales.
- **Notificaciones:** Configuración para dar notificaciones a los usuarios cuando el consumo de energía excede ciertos umbrales.

- **Generación de informes:** Crea informes y descargarlo en el dispositivo. Estos informes podrían incluir resúmenes mensuales, consejos de ahorro de energía y comparaciones de consumo.
- **Integración con Tarifas Eléctricas Dinámicas:** Si es relevante para la ubicación del usuario, la aplicación podría integrarse con tarifas eléctricas dinámicas para ofrecer estimaciones de costos en tiempo real basadas en el consumo actual.

4 Metodología de desarrollo

En su investigación, Guerrero-Ulloa et al [REFERENCIA TDDT4IoT] introducen una estrategia conocida como TDDM4IoT (Metodología de Desarrollo Guiado por Pruebas para Sistemas Basados en IoT), específicamente diseñada para la creación de sistemas basados en Internet de las cosas (IoT). Esta metodología fusiona principios de Desarrollo Guiado por Pruebas (TDD), Ingeniería Dirigida por Modelos (MDE) y enfoques ágiles. TDDM4IoT subraya la importancia de emplear herramientas que aseguren que se cumplen los requisitos del cliente, proponiendo el uso de casos en lugar de descripciones en lenguaje natural para especificarlos. La versatilidad de esta metodología se refleja en su capacidad para adaptarse a una variedad de proyectos de IoT, permitiendo flexibilidad en su aplicación conforme a la naturaleza específica del proyecto y las habilidades del equipo.

Esta metodología abarca todas las fases del ciclo de vida de los sistemas basados en IoT, facilitando una adaptación flexible según la naturaleza del proyecto, las competencias del equipo y otros factores relevantes. Tiene 11 fases distintas: desde el análisis preliminar y el diseño de la capa tecnológica, la generación de pruebas, el desarrollo de software, la optimización de modelos y software, y, finalmente, la evaluación de resultados y el mantenimiento continuo.

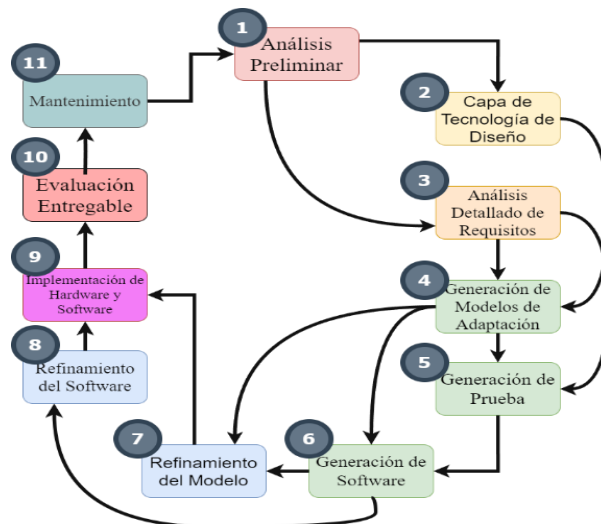


Ilustración 1: Etapas de la metodología TDDM4IoT, [Referencia TDDT4IoT]

4.1 Análisis preliminar

Se reconoció que a muchas personas les preocupa saber el gasto de energía que tienen dentro de sus domicilios. En respuesta a esta situación, se propone la creación de un sistema

que habilite a los usuarios tener un mayor seguimiento del consumo de energía. Este sistema debe ser fácil de utilizar y accesible, considerando que los usuarios podrían carecer de experiencia técnica en este ámbito. Es esencial que los usuarios reciban notificaciones en caso de que el consumo de energía supere los límites establecidos, permitiéndoles tomar medidas oportunas para prevenir pérdidas o daños. Se consideró que el sistema sea económico en costos y fácil de instalar en los hogares de los usuarios, ya que muchos interesados en el monitoreo del consumo de energía no tienen acceso a grandes áreas para implementar sistemas complejos. Basándonos en estas consideraciones, se ha iniciado la fase de análisis inicial para sentar las bases en el desarrollo de un sistema que satisfaga las necesidades de aquellos preocupados por el consumo eficiente de energía.

Análisis de requisitos

A partir de una revisión exhaustiva de la investigación actual en este ámbito, se han identificado varios dispositivos diseñados para supervisar aspectos como la eficiencia energética, la demanda eléctrica, la temperatura y otros parámetros relevantes. Como resultado, se han establecido condiciones específicas como parte del proceso de evaluación de necesidades:

Requisitos funcionales:

- Posibilitar a los usuarios registrar cuentas proporcionando información general.
- Proporcionar información en tiempo real sobre el consumo de energía en el hogar.
- Mostrar un apartado donde muestre el historial de consumo de energía.
- Automatizar la generación de informes y facilitar a los usuarios la exportación de registros históricos sobre el consumo de energía en un formato descargable.
- Ofrecer alternativas para acceder y recuperar contraseñas descuidadas.
- Integración con tarifas eléctricas dinámicas.
- Dar la opción de escoger el rango de fecha para la generación de reportes.
- Permitir a los usuarios programar alertas cuando se exceda un límite impuesto.
- Enviar notificación a los usuarios cuando exista un consumo excesivo o baja de los parámetros de la energía.

Requisitos no funcionales:

- Suministrar una guía integral y comprensible para el mantenimiento y la resolución de problemas.
- Maximizar la eficiencia en la utilización de recursos con el fin de asegurar una relación costo-beneficio positivo.
- Integrar un sólido mecanismo de autenticación (Token) para garantizar que solo los usuarios autorizados tengan acceso al sistema y a sus datos.
- Facilitar el acceso independientemente del nivel de habilidad técnica del usuario.
- Las interfaces tanto de la aplicación web y móvil, deben ser sencillas e intuitivas para facilitar su uso.
- El sistema debe de operar y funcionar la mayor parte del tiempo posible de manera segura.
- Garantizar respuestas rápidas al representar los datos en tiempo real e informes generados.
- Optimizar el tiempo de respuesta e interacción con las gráficas de los resultados.

Análisis de tecnología

A partir de los requisitos recopilados, fue crucial definir la tecnología que se utilizó tanto en la construcción del dispositivo como en el desarrollo de las aplicaciones móviles y web. A continuación, se describen las categorías de tecnología evaluadas.

En la **Tabla 1**, se muestran los elementos utilizados en la fabricación del sistema de monitoreo de consumo de energía eléctrica en el hogar.

Tabla 1. Componentes utilizados en el desarrollo del sistema.

Componente	Descripción
Sensor de corriente (CT)	Un dispositivo conocido como sensor de corriente o transductor de corriente se emplea para evaluar el flujo de corriente en los circuitos eléctricos. Hay varios tipos diseñados para medir corrientes tanto de corriente alterna (CA) como de corriente continua (CC), como los basados en el efecto Hall y los transformadores. Estos sensores aplican diversos métodos de detección para llevar a cabo esta función. [AlScN-Based SAW Magnetic]
Pantalla OLED	Una pantalla OLED es una pantalla de visualización que utiliza tecnología OLED (Diodo Orgánico de Emisión de Luz). Estas pantallas son conocidas por ofrecer una alta calidad de imagen y un bajo consumo de energía, lo que las hace adecuadas para una variedad de aplicaciones electrónicas, como relojes inteligentes, dispositivos de seguimiento de la salud, medidores de actividad, y otros dispositivos portátiles. [Simultaneous Emission]
Sensor de voltaje (PT)	Los dispositivos de detección de voltaje se pueden conectar a diversos activos, maquinaria o equipos, proporcionando un monitoreo continuo las 24 horas del día, los 7 días de la semana. Estos sensores buscan constantemente datos de voltaje que podrían señalar posibles problemas. La presencia de un voltaje bajo puede indicar un posible inconveniente, mientras que un voltaje elevado puede representar un riesgo para otros activos. Si se exceden los niveles establecidos, se emiten alertas inmediatas a un sistema informático centralizado. [Self-correction sensor]
Adafruit ESP32 Feather	La placa Adafruit Feather HUZZAH32 es un dispositivo de conectividad Wifi que se basa en el conocido ESP32 (WROOM32). A diferencia de las placas con microcontrolador AVR, esta placa utiliza el ESP32 como su procesador principal. Aunque es completamente compatible y programable con Arduino, presenta una ventaja significativa al ser

	considerablemente más potente, funcionando a 240 MHz gracias a su procesador Tensilica LX6.[Overview Adafruit HUZZAH32]
Jack de audio hembra 3.5mm	El cable de audio Jack se destaca como una de las conexiones más populares en la actualidad y, sin duda, es la preferida para dispositivos de entrada y salida de audio, como altavoces, micrófonos, auriculares, entre otros. Aunque la tendencia apunta hacia la creciente popularidad de dispositivos de audio inalámbricos, el conector Jack mantiene su posición privilegiada debido a sus propiedades y ventajas, siendo la elección predominante para la mayoría de los desarrolladores.[Failure Analysis]
Conectores hembra SIL	Un conector hembra (comúnmente denominado jack o toma de corriente) es un dispositivo que, junto con el correspondiente conector macho , establece el contacto entre dos partes de un circuito eléctrico. Es un receptáculo que recibe y sujeta el conector macho en su lugar.
Varistor	Componente electrónico que exhibe una curva característica similar a la de un diodo. La denominación proviene de la combinación de las palabras en inglés "variable resistor". Estos componentes se usan para salvaguardar circuitos contra fluctuaciones de voltaje, al integrarse de forma que, al activarse el varistor, la corriente no fluya a través de elementos sensibles del circuito. También se le conoce como Resistor Dependiente de Voltaje (VDR).
Fusible 240v 200ma	Un fusible es un componente presente en instalaciones eléctricas que se corta o funde en caso de que la corriente supere un nivel determinado. Estos dispositivos están conformados por una lámina o un filamento fabricado con una aleación o metal que tiene un punto de fusión bajo. Este elemento se sitúa estratégicamente en la instalación eléctrica para fundirse si la intensidad de la corriente sobrepasa cierto umbral. De esta manera, el fusible interrumpe la corriente, protegiendo la integridad de los conductores y reduciendo el riesgo de incendios o averías.

Bobina choke.	Está diseñado para exhibir una reactancia significativa a una frecuencia o conjunto de frecuencias específicas. Se usa para bloquear el flujo de corriente alterna de una sección a otra en un circuito, mientras permite el paso de corriente continua. Alternativamente, puede utilizarse para obstaculizar la corriente en modo común mientras facilita el paso de la corriente en modo diferencial. Estas bobinas son sumamente útiles en dispositivos como televisores y otros aparatos, desempeñando funciones fundamentales como filtros.

Una vez que se haya finalizado la evaluación de los componentes relevantes, se mostrarán en la Tabla 2 las tecnologías utilizados para desarrollar las aplicaciones móvil y web, así como los servicios relacionados.

Tabla 2. Herramientas de desarrollo utilizadas para el aplicativo móvil y web.

Tecnologías	Descripción
Visual studio code	Un editor de código fuente desarrollado por Microsoft que ofrece soporte para múltiples lenguajes de programación y características avanzadas para facilitar el desarrollo de software [Referencia].
Postman	Una herramienta que permite a los desarrolladores probar, desarrollar y documentar APIs de forma más eficiente, facilitando la interacción con servicios web y la realización de pruebas automatizadas [Referencia].
Postgresql	Un sistema de gestión de bases de datos relacional de código abierto y potente, conocido por su fiabilidad, robustez y capacidad para manejar grandes volúmenes de datos [Referencia].
Node.js	Un entorno de ejecución de JavaScript del lado del servidor que permite a los desarrolladores crear aplicaciones web escalables y de alto rendimiento [Referencia].
Next.js	Un marco de desarrollo de aplicaciones web de React que ofrece renderizado del lado del servidor, generación de sitios estáticos y otras características avanzadas para la creación de aplicaciones web modernas [Referencia].

Tailwind CSS	Un framework de CSS utilitario que permite a los desarrolladores crear interfaces de usuario personalizadas y responsivas de manera eficiente, utilizando clases predefinidas para estilizar los elementos [Referencia] .
Express	Un framework de desarrollo web para Node.js que simplifica la creación de aplicaciones web y APIs mediante el manejo de rutas, middleware y otras funciones comunes [Referencia] .
Android Studio	El entorno de desarrollo integrado oficial para la creación de aplicaciones Android, que proporciona herramientas y recursos para desarrollar, depurar y optimizar aplicaciones móviles para dispositivos Android [Referencia] .
IDE Arduino	Un entorno de desarrollo integrado específicamente diseñado para la programación de dispositivos Arduino, que incluye un editor de código, herramientas de compilación y depuración, y funciones para cargar el código en placas Arduino [Referencia] .

4.2 Diseño de la capa Tecnológica

Se presenta una placa que nos ayudara en el funcionamiento de nuestros componentes para monitorear el consumo de energía eléctrica en el hogar. Un medidor de energía diseñado en torno al microcontrolador ESP32 (Adafruit ESP32 Feather), con la capacidad de medir la energía en sistemas domésticos monofásicos de 120 o 240 voltios (fase partida). Este dispositivo monitoriza dos potenciales mediante un solo medidor de corriente (CT no invasivo) y un sensor de voltaje (PT). La información recopilada se transmite a un servidor alojado en una Raspberry Pi con Home Assistant, lo que posibilita la supervisión de los datos en tiempo real desde cualquier parte del mundo, ya sea mediante un ordenador o un teléfono móvil.

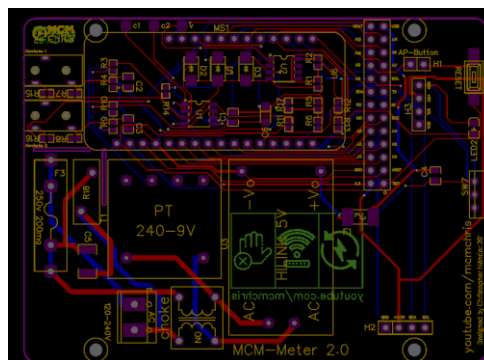


Ilustración 2. Esquema de la placa PCB.

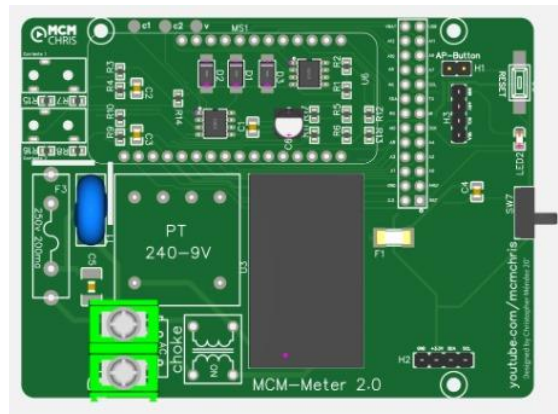


Ilustración 3. Esquema de compentes de la placa PCB.



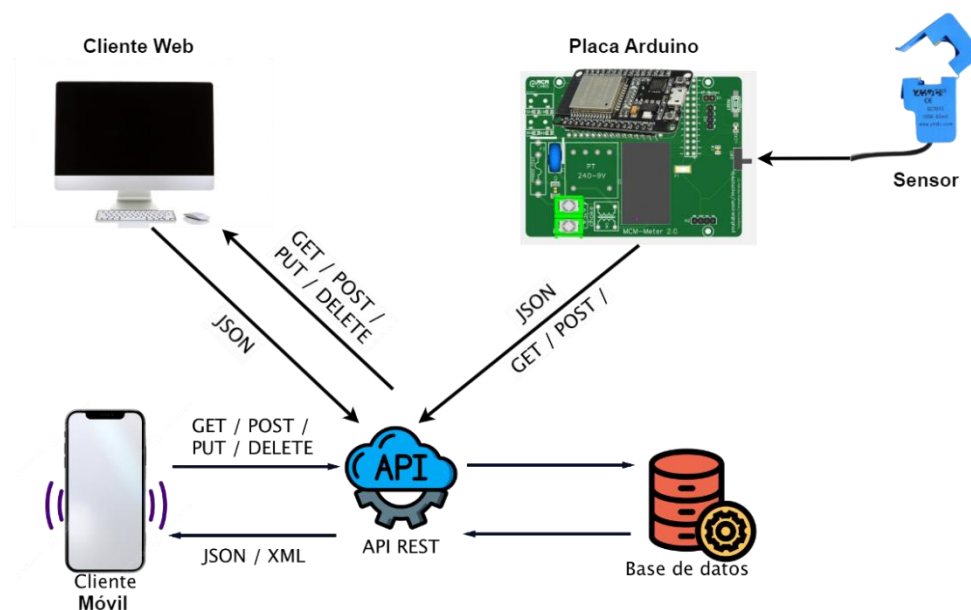
Ilustración 4. Sensor de corriente no invasivo

En la **ilustración 5**, se presenta un diagrama de flujo del sistema, que consta de varios componentes interactuando entre sí para proporcionar mediciones de energía eléctrica en tiempo real. A continuación, se describen los procesos realizados por cada componente y su interacción:

- **Cliente web/móvil:** El cliente web o móvil envía una solicitud HTTP GET/POST/PUT/DELETE al servidor para obtener o enviar datos.
- **API REST:** La API REST (Representational State Transfer) es una interfaz de programación de aplicaciones web que utiliza HTTP para acceder y manipular recursos web. En este caso, la API REST acepta las solicitudes HTTP del cliente web o móvil y las reenvía al servidor.
- **Servidor:** El servidor procesa las solicitudes HTTP recibidas a través de la API REST y realiza las acciones necesarias, como la comunicación con la base de datos.

- **Placa Arduino:** La placa Arduino está conectada al sensor de energía eléctrica SCT013 y se comunica con el servidor a través de una conexión serial. La placa Arduino recibe comandos del servidor para configurar el sensor y enviar mediciones de energía eléctrica al servidor.
- **Sensor de energía eléctrica (SCT013):** El sensor de energía eléctrica SCT013 mide la corriente eléctrica que fluye a través de un circuito y envía los datos al Arduino.
- **Base de datos:** La base de datos almacena las mediciones de energía eléctrica enviadas por la placa Arduino. La base de datos puede ser SQL o NoSQL, dependiendo de las necesidades del sistema.

El cliente web o móvil envía solicitudes HTTP al servidor a través de la API REST. El servidor procesa las solicitudes y recibe la información de la placa Arduino para medir la energía eléctrica. La placa Arduino envía las mediciones al servidor, que las almacena en la base de datos. El sistema puede mostrar las mediciones en tiempo real en el cliente web o móvil.



1

Ilustración 5. Estructura del proyecto.

Análisis de costo para el dispositivo de monitoreo energético del hogar

Es esencial identificar el valor de cada elemento utilizado con el fin de calcular de manera precisa el costo total de construir un dispositivo similar al descrito en este documento. En consecuencia, se ha suministrado una descripción detallada de cada uno de estos componentes (consultar la Tabla 3, Costos de los componentes de hardware) para proporcionar al lector una comprensión clara de los precios a tener en cuenta en su mercado local.

Tabla 3. Costos de los componentes de hardware.

Dispositivo	Cantidad	Precio
Sensor de corriente (CT)	1	10,00
Pantalla OLED:	1	12,00
Sensor de voltaje (PT)	1	6,00
Adafruit ESP32 Feather:	1	13,00
Jack de audio hembra 3.5mm	1	2,00
Conectores hembra SIL	1	1,00
Varistor	1	1,00
Fusible 240v 200ma	1	1,00
Bobina choke.	1	1,00
CON_TERMINAL_BLOCK_02	1	0,50
10uF	3	0,50
22uF	1	0,50
100nF	1	1,00
10uF	1	2,00
M7_C95872	3	1,50
SCT1.0A	1	0,50
Fuse 20x5mm	1	0,50
AP	1	0,50
PZ254V-11-04P	1	0,50
CT	2	0,20
FC-2012HRK-620D	1	0,20
FEATHERWING_NOHOLES	1	0,20
choke_MINE_8X7mm	1	0,20
470K	6	1,00
100K	1	0,20
10K	1	0,20
18	2	0,20
1K	6	0,20
220	1	0,50
VDR	1	2,00.
TA-3522-A1	1	1,00
YHDC PE2012-M 220V 9V 0.6VA	1	0,50
MCP6002T-I/SN	2	1,00
HiLink 5V	1	0,20

RESET	1	0,85
2685Y-213CNG1SNA01	1	0,25

4.3 Análisis detallado de requisitos

La evaluación de requisitos fue esencial para elaborar de manera eficaz los casos de uso. Nos permitió comprender completamente las necesidades y expectativas de los usuarios, así como identificar los principales escenarios y funciones que debíamos abordar. Para facilitar una mejor visualización, los casos de uso se compartirán a través de su dirección de correo electrónico.

CASO DE USO		Inicio sesión
Actores		Usuario
Propósito		Permitir que un usuario acceda al sistema EnergySystem mediante un proceso de inicio de sesión seguro.
Precondición		El usuario tiene credenciales válidas (nombre de usuario y contraseña).
Postcondición		El usuario ha iniciado sesión correctamente en el sistema.
Descripción		El proceso de inicio de sesión permite al usuario acceder a las funcionalidades del sistema EnergySystem, donde podrá gestionar y monitorear su consumo de energía.
Flujo normal pasos:	Acción del actor	Respuesta del sistema
1	El usuario abre la aplicación o sitio web de EnergySystem.	
2		La aplicación presenta la interfaz de inicio de sesión, solicitando al usuario que ingrese sus credenciales.
3	El usuario ingresa email (UserAccount&\$email=string) y contraseña en los campos correspondientes.	

4	El usuario hace clic en el botón iniciar sesión	
5		El sistema valida la información y autentica al usuario (UserAccount[+validateCredentials]).
6		Si la autenticación es exitosa, el sistema redirige al usuario a la interfaz principal del sistema EnergySystem.

CASO DE USO		Inicio sesión (con Google)
Actores		Usuario
Propósito		Permitir a los usuarios acceder al sistema utilizando sus credenciales de Google.
Precondición		El usuario tiene una cuenta de Google.
Postcondición		El usuario ha iniciado sesión en el sistema utilizando sus credenciales de Google.
Descripción		Proporciona a los usuarios la posibilidad de iniciar sesión de manera rápida y segura mediante sus cuentas de Google.
Flujo normal pasos:	Acción del actor	Respuesta del sistema
1	El usuario selecciona la opción de "Iniciar Sesión con Google".	
2		El sistema redirige al usuario a la página de inicio de sesión de Google.
3	El usuario ingresa sus credenciales de Google (correo	

	electrónico y contraseña) en la página de Google.	
4		Google autentica las credenciales del usuario y devuelve una confirmación de autenticación al sistema.
5		El sistema verifica la confirmación de autenticación de Google y permite el acceso al usuario.
6	El sistema presenta al usuario una sesión iniciada en la interfaz principal	

CASO DE USO	Registrar usuario
Actores	Usuario
Propósito	Permitir que un usuario se registre en el sistema EnergySystem.
Precondición	El sistema EnergySystem está operativo y disponible.
Postcondición	El usuario ha completado el registro exitosamente y ahora tiene una cuenta en el sistema.
Descripción	<p>El proceso de registro permite a los usuarios crear una cuenta en EnergySystem, proporcionando la información necesaria (UserAccount) como el nombre de usuario (UserAccount&\$usuario=string), nombre (UserAccount&\$nombre=string) y contraseña (UserAccount&-contraseña=string). Después de completar los campos requeridos, el usuario envía la solicitud de registro. El sistema valida la información proporcionada, verifica que el nombre de usuario no esté registrado previamente UserAccount[+checkIfUsuarioExists] y crea una nueva cuenta (UserAccount[+createAccount]). Finalmente, el sistema confirma la creación</p>

		de la cuenta para acceder a las herramientas de gestión de energía.
Flujo normal pasos:	Acción del actor	Respuesta del sistema
1	El usuario accede a la página de registro en la aplicación o sitio web de EnergySystem.	
2		La aplicación presenta el formulario de registro con campos para la información necesaria.
3	El usuario completa el formulario, ingresando detalles como email (UserAccount&\$email=string), sus nombres y apellidos (UserAccount&+nombre_Apellido s=string), contraseña (UserAccount&- contraseña=string), una foto para el perfil (UserAccount&- urlFoto=string)	
4	El usuario hace clic en el botón “registrarse”	
5		El sistema valida el email del usuario ingresado (UserAccount[+checkIfemail Exists]) y le asigna una id (UserAccount&\$iD_User=integer) respectiva para ese usuario y registra la fecha en la que se creó la cuenta (UserAccount&+fecha_creacion=date).
6		El sistema crea una cuenta para el usuario UserAccount[+createAccount]) y le asignan un estado (UserAccount&- estado=bool) “true” para

		definir que la cuenta ya está activa.
7		Genera un mensaje de bienvenida y notifica al usuario sobre el éxito del registro.

CASO DE USO		Registrar usuario (con Google)
Actores		Usuario
Propósito		Permitir que un usuario se registre en el sistema EnergySystem.
Precondición		El sistema EnergySystem está operativo y disponible.
Postcondición		El usuario ha completado el registro exitosamente y ahora tiene una cuenta en el sistema.
Descripción		El proceso de registro permite a los usuarios crear una cuenta en EnergySystem, proporcionando la información necesaria para personalizar su experiencia y acceder a las herramientas de gestión de energía.
Fluj o normal pasos:	Acción del actor	Respuesta del sistema
1	El usuario accede a la página de registro en la aplicación o sitio web de EnergySystem.	
2		La aplicación presenta el formulario de registro con campos para la información necesaria.
3	El usuario completa el formulario, ingresando detalles como nombre, dirección de correo electrónico, contraseña, y	

	cualquier otra información requerida.	
4	El usuario hace clic en el botón “registrarse”	
5		El sistema crea una cuenta para el usuario, almacenando la información proporcionada en la base de datos.
6		Genera un mensaje de bienvenida y notifica al usuario sobre el éxito del registro.
7		El sistema confirma la cuenta del usuario y redirige al usuario a la interfaz principal de EnergySystem.

CASO DE USO		Gestión de alertas
Actores		Usuario
Propósito		Permitir al usuario configurar y recibir alertas para estar informado sobre eventos críticos o cambios significativos en su consumo de energía.
Precondición		El usuario ha iniciado sesión en su cuenta.
Postcondición		El usuario ha configurado sus preferencias de alertas y recibe notificaciones según los eventos definidos.
Descripción		Este caso de uso describe cómo un usuario puede gestionar las alertas en el sistema para recibir notificaciones sobre situaciones específicas relacionadas con su consumo de energía.
Flujo normal pasos:	Acción del actor	Respuesta del sistema
1	El usuario inicia sesión en el sistema EnergySystem.	

2		La aplicación presenta la interfaz principal.
3	El usuario accede a la sección de configuración de alertas.	
4		Muestra las opciones para configurar las alertas, como picos de consumo (EnergyQuality&\$EnergyLevels=float).
5	El usuario asigna una X cantidad del consumo (EnergyQualitySettings[+setThresholds])	
6		El sistema guarda la X cantidad asignada por el usuario para posteriormente mandar una alerta si el consumo de energía llega a esa X cantidad

CASO DE USO	Visualizar los valores de energía consumidos
Actores	Usuario
Propósito	Permitir a los usuarios visualizar en tiempo real los valores de energía consumidos en su hogar, proporcionando información relevante para que puedan tomar decisiones informadas sobre el uso de la energía y mejorar la eficiencia energética.
Precondición	El sistema cuenta con datos de consumo de energía registrados a través de sensores de corriente.

Postcondición		El usuario puede ver de manera clara y comprensible los valores actuales de energía consumidos en su hogar.
Descripción		Este caso de uso se centra en la funcionalidad de visualización de los valores de energía consumidos, brindando a los usuarios una comprensión inmediata de su consumo eléctrico.
Flujo normal pasos:	Acción del actor	Respuesta del sistema
1		Los sensores del sistema monitorean constantemente la cantidad de energía consumida (EnergyFlowSensor.<+currentFlowRate=float&\$totalConsumptions=float)
2		Esta información se almacena en una base de datos.
3	El usuario accede a la interfaz web o móvil del sistema (EnergyFlowSensor[+retrieveConsumptionData]).	
4		El sistema presenta al usuario una pantalla principal con la información de consumo de energía en tiempo real, representada con gráficos y estadísticas sobre el consumo de energía.
5	El usuario observa los valores de energía consumidos, que se presentan de manera clara y comprensible en gráficos o tablas.	
6		El sistema actualiza dinámicamente los valores de consumo de energía para reflejar la información más reciente.

CASO DE USO		Visualizar historial de consumo
Actores		Usuario
Propósito		Permitir a los usuarios acceder y revisar el historial de consumo de energía en su hogar a lo largo del tiempo, proporcionando una visión detallada de los patrones y cambios en el consumo.
Precondición		Existen datos históricos de consumo de energía registrados por el sistema.
Postcondición		El usuario puede acceder y revisar de manera efectiva el historial completo de consumo de energía en su hogar.
Descripción		Se utiliza información previamente registrada para construir un historial completo que permita a los usuarios tomar decisiones informadas sobre la gestión de la energía en su hogar.
Flujo normal pasos:	Acción del actor	Respuesta del sistema
1	El usuario accede a la interfaz web o móvil del sistema.	
2		El sistema presenta al usuario una opción para acceder al historial de consumo de energía.
3	El usuario selecciona la opción de historial de consumo.	
4		El sistema recopila los datos del consumo de energía (ConsumptionHistory) y muestra una interfaz donde el usuario podrá filtrar los datos por fecha, como último mes”, “última semana” o un rango de fechas personalizado
5	El usuario puede navegar a través de diferentes rangos de fechas (ConsumptionHistory)	

	(ConsumptionHistory &+startDate=date&-endDate=date) y visualizar gráficos o tablas que representan el consumo de energía en esos intervalos.	
--	--	--

CASO DE USO		Generación de informes
Actores		Usuario
Propósito		Permitir al usuario configurar y recibir alertas para estar informado sobre eventos críticos o cambios significativos en su consumo de energía.
Precondición		El usuario ha iniciado sesión en su cuenta.
Postcondición		El usuario ha configurado sus preferencias de alertas y recibe notificaciones según los eventos definidos.
Descripción		Este caso de uso describe cómo un usuario puede gestionar las alertas en el sistema para recibir notificaciones sobre situaciones específicas relacionadas con su consumo de energía.
Flujo normal pasos:	Acción del actor	Respuesta del sistema
1	El usuario inicia sesión en el sistema EnergySystem.	
2		Dentro del apartado historial el sistema le da la opción al usuario de generar un informe (EnergyReport).
3	El usuario elige la preferencia de su periodo y confirma la solicitud (EnergyReport&&-consumptionData=array).	
4		El sistema procesa la solicitud utilizando el método

		(EnergyReport[+generateReport])
5		El sistema recopila los datos de consumo del período solicitado y genera gráficos y análisis pertinentes
5		El sistema muestra el informe detallado al usuario, permitiéndole visualizar su consumo de energía.

CASO DE USO		Configuración de tarifas
Actores		Usuario
Propósito		Permitir a los usuarios configurar las tarifas correspondientes al consumo de energía, definiendo cómo se calculará el costo en función de la cantidad de kilowatts consumidos.
Precondición		Existe un registro de consumo de energía.
Postcondición		Las tarifas de consumo de energía han sido configuradas y quedan reflejadas en el sistema.
Descripción		Este caso de uso se centra en la configuración específica de tarifas, permitiendo a los usuarios determinar cómo se calculará el costo asociado a la cantidad de kilowatts consumidos, con el objetivo de reflejar de manera precisa los costos asociados al consumo eléctrico.
Flujo normal pasos:	Acción del actor	Respuesta del sistema
1	El usuario accede a la interfaz de configuración del sistema.	
2		El sistema presenta una opción para configurar tarifas de consumo de energía.

3	El usuario selecciona la opción de configurar tarifas.	
4		El sistema muestra una interfaz que permite al usuario ingresar una X cantidad de kyLOWatts o tomar los kyLOWatts del historial de consumo (EnergyRate&+kw=float).
5	El usuario ingresa la x cantidad de kyLOWatts que desea calcular (EnergyRateSettings[+setThres holds]).	
6		El sistema procesa la solicitud utilizando el método (EnergyRate[+generateRate])
7		El sistema calcula cuanto es el equivalente en dólares por la cantidad de kyLOWatss que ingreso el usuario.
8		El sistema muestra el informe detallado al usuario, permitiendole visualizar el costo por la cantidad de kyLOWatss ingresada.

CASO DE USO	Configurar datos del usuario
Actores	Usuario
Propósito	Permitir a los usuarios gestionar y configurar sus datos personales en el sistema, brindando la posibilidad de mantener información actualizada y personalizada.
Precondición	El usuario ha iniciado sesión en el sistema.
Postcondición	Los datos del usuario han sido modificados y actualizados en el sistema.

Descripción		Este caso de uso se enfoca en la gestión de información específica del usuario, proporcionando a los usuarios la capacidad de personalizar y configurar sus datos personales.
Flujo normal pasos:	Acción del actor	Respuesta del sistema
1	El usuario selecciona la opción de configurar datos personales.	
2		El sistema muestra una interfaz que permite al usuario visualizar y modificar sus datos personales actuales.
3	El usuario realiza las modificaciones deseadas; como cambiar el nombre y apellidos (UsserAccuont&+nombre_Apellidos=string), la contraseña (UsserAccuont&-contraseña=string) y la foto de perfil (UsserAccuont&+url_foto=string).	
4		El sistema valida y almacena las modificaciones con el método (UserAccount[+UpdateAccountData]).
5	El usuario confirma la actualización de sus datos.	
6		El sistema actualiza los datos del usuario y confirma la modificación exitosa.
Flujo alternativo		
3	El usuario desea eliminar la cuenta (UsserAccuont&\$estado=bool).	
		El sistema cambia el estado de la cuenta de true a false con el método (UserAccount[+DeleteAccount]).

4.4 Generación y adaptación de modelos, pruebas y software

Durante esta etapa, utilizamos la herramienta TDDT4IoTS para desarrollar el sistema. Esta herramienta se fundamenta en el patrón de diseño modelo-vista-controlador. A partir de los casos de uso definidos previamente, la herramienta genera el diagrama de clases, el cual a su vez posibilita la creación del código fuente de la aplicación web, sus interfaces de usuario iniciales y el modelo de la aplicación móvil.

Los casos de uso mencionados anteriormente ya fueron identificados previamente. Al emplear la herramienta, una ventana emerge solicitando la introducción de detalles y símbolos del caso de uso para configurar el proyecto. Esto resulta en la creación de un diagrama que abarca todos los casos de uso.

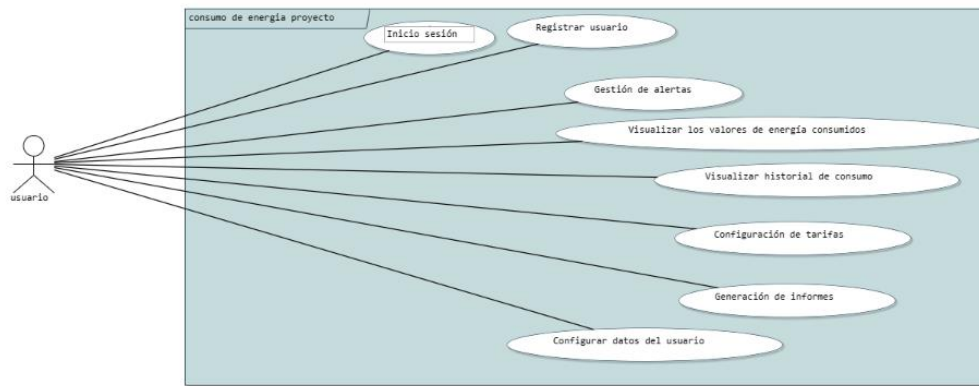


Ilustración 6 Diseño de casos de usos en TDDT4IoTS

Después de examinar minuciosamente los escenarios de uso, no fue preciso realizar modificaciones en el diagrama de clases. Este fue construido tomando como base las entidades que fueron identificadas en los casos de uso (ver Figura 5, Diagrama de clases generado por TDDT4IoTS).

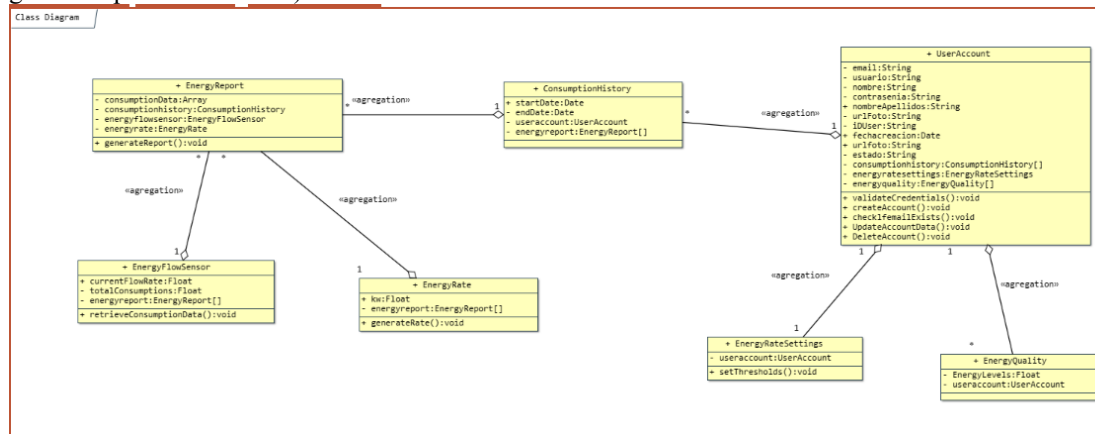


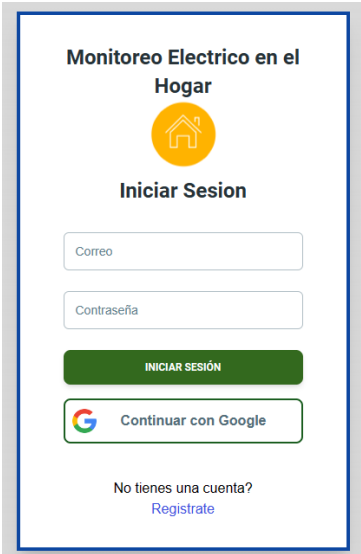
Ilustración 7 Diagrama de clases generado por TDDT4IoTs

Diseño de las interfaces

Interfaces de la aplicación Web

Se presenta el primer diseño de la aplicación web de Energysystem.

En la siguiente se muestra la página principal para poder iniciar sesión en la aplicación web de Energysystem.




The image shows a login page for a web application. At the top, the title 'Monitoreo Electrico en el Hogar' is displayed in bold black text. Below the title is a yellow circular icon containing a white house symbol. Underneath the icon, the text 'Iniciar Sesión' is written in bold black font. The page features two input fields: 'Correo' (Email) and 'Contraseña' (Password), both with light gray borders. Below these fields is a green button with the text 'INICIAR SESIÓN' in white capital letters. Underneath the button is a 'Continuar con Google' button, which includes the Google logo and the text 'Continuar con Google'. At the bottom of the page, there is a link that says 'No tienes una cuenta? Regístrate' in blue text.


Ilustración 8. Página para iniciar sesión en la aplicación web.

En la siguiente se muestra la página para poder registrarse en la aplicación web de Energysystem.

Monitoreo Elctrico en el
Hogar



Registrarse

 Registrarse con Google

Ya tiene una cuenta?
[Inicia Sesión](#)

Ilustración 9. Página para registrarse en la aplicación web.

En la siguiente se muestra la página principal (Home) de aplicación web de Energysystem, en donde se puede observar las diferentes opciones que nos ofrece en la barra lateral las cuales son: Home, Lecturas, Estadísticas, Histórico, Reportes, Perfil, Configuración.

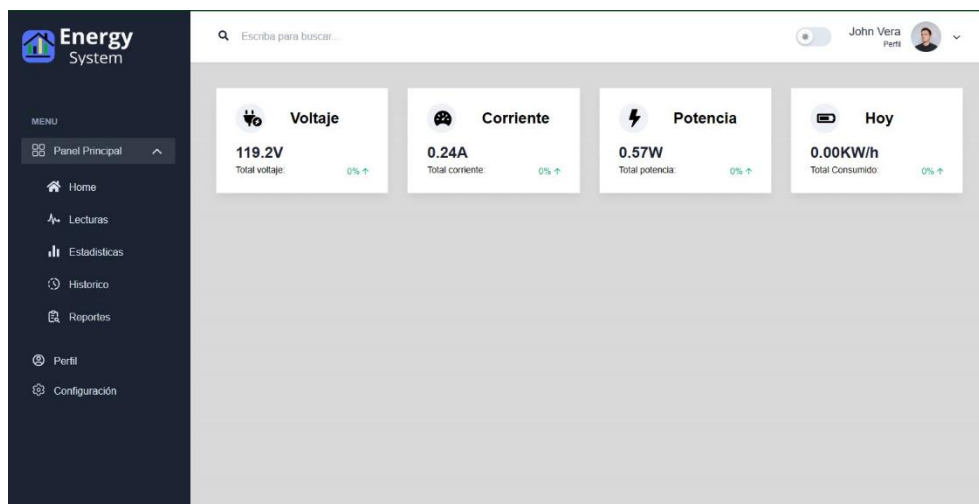


Ilustración 10 : Presentación de los prototipos de la interfaz gráfica de la aplicación Web.

En la siguiente imagen se muestra un sub-menú de opciones para el usuario.

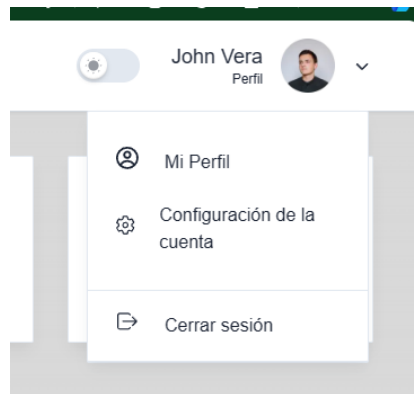


Ilustración 11. Sub-menú de opciones para el usuario.

Interfaces de la aplicación Móvil

Se presenta el primer diseño de la aplicación móvil de Energysystem, la cual se empleará para visualizar datos en tiempo real del sistema del consumo de energía.

En la siguiente se muestra la vista principal para poder iniciar sesión en la aplicación móvil.

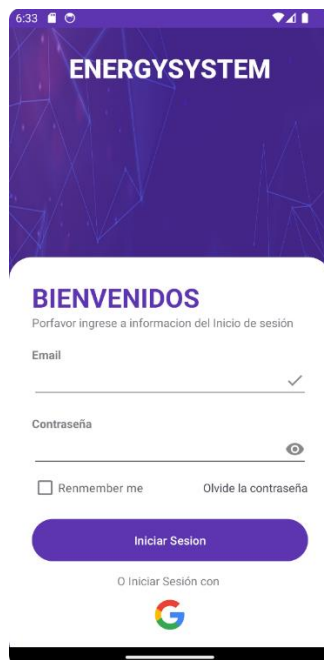


Ilustración 12. Interfaz del Inicio de sesión en Móvil.

En la siguiente se muestra la vista para poder registrarse en la aplicación Movil de Energysystem.

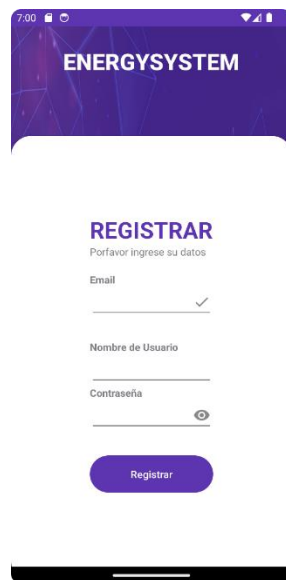


Ilustración 13. Interfaz para Registrarse en Móvil.

En la siguiente se muestra el panel de opciones de la aplicación Movil de Energysystem, en donde se puede observar las diferentes opciones que nos ofrece en la barra lateral las cuales son: Home, Lecturas, Estadísticas, Histórico, Reportes, Perfil, Configuración.

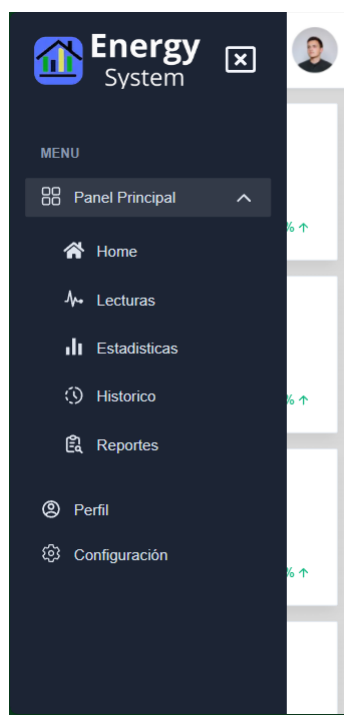


Ilustración 14. Panel de opciones de la aplicación Movil de Energysystem

En la siguiente se muestra la vista principal (Home) de aplicación Movil de Energysystem, en donde se puede observar los siguientes recuadros que muestras información del consumo eléctrico el hogar como: el voltaje, la corriente, la potencia, y lo que se consumió en el día.

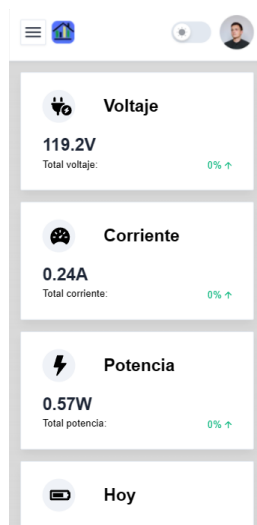


Ilustración 15. Vista principal (Home) de aplicación Movil de Energysystem

En la siguiente imagen se muestra un sub-menú de opciones para el usuario.

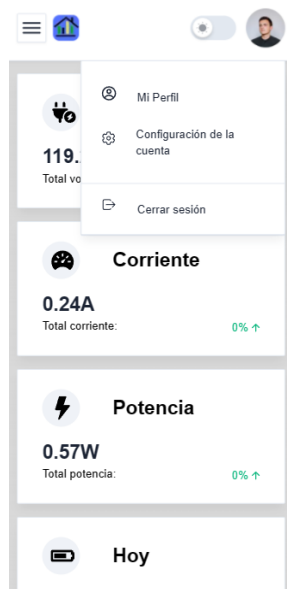
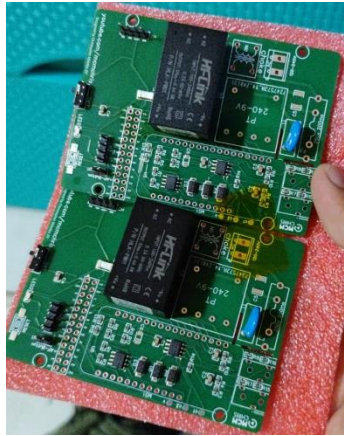


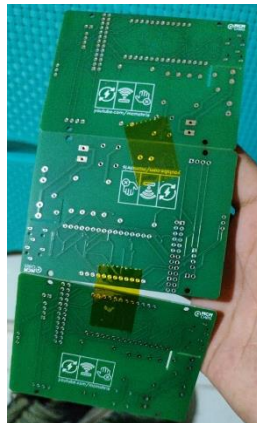
Ilustración 16. Sub-menú de opciones para el usuario.

Placa PCB

Se presenta el primer diseño de la placa PCB.
Parte delantera.



Parte posterior



4.5 Evaluación de entregables

En esta etapa, nuestro objetivo es evaluar la usabilidad y el rendimiento del sistema Energysystem a través de pruebas realizadas por usuarios. Sin embargo, hasta el momento, no se han llevado a cabo todas las evaluaciones necesarias para obtener una valoración completa del sistema.

4.6 Mantenimiento

Aunque Energysystem no inició esta fase en sus etapas iniciales debido a su condición como proyecto de pequeña escala, está contemplado en nuestros planes llevar a cabo la siguiente fase de mantenimiento de manera gradual. En una primera etapa, nos enfocaremos en el mantenimiento del software, lo que implica la revisión del código de la aplicación web. Posteriormente, procederemos con el mantenimiento de la aplicación móvil

y el hardware, abordando aspectos como la configuración o la precisión en la recepción de datos obtenidos de los sensores.

4.7 Resultados y discusión

Energysystem destaca en el campo del control de consumo de energía debido a sus características únicas. Este sistema incorpora diversos sensores que posibilitan la medición del consumo de energía del entorno en el que se encuentra.

Además, energysystem proporciona opciones a los usuarios que les permiten generar informes sobre el consumo diario de energía y conocer el costo por kilovatio consumido. Se ha verificado que el sistema es capaz de emitir alertas, las cuales son definidas por el propio usuario. Esto confiere a los usuarios la capacidad de establecer métricas personalizadas para recibir alertas en caso de que el consumo de energía alcance un umbral previamente establecido por el usuario mismo. Estas notificaciones se transmiten a través de alertas directas a los dispositivos móviles de los usuarios mientras utilizan la aplicación energysystem.

5 Conclusiones

La revisión exhaustiva del estado del arte en sistemas de monitoreo de consumo de energía en el hogar ha proporcionado una visión integral de las tendencias actuales y las áreas críticas de desarrollo. En este panorama dinámico, se destaca la diversidad de tecnologías empleadas para la medición, desde dispositivos tradicionales de lectura directa hasta la proliferación de sensores inteligentes y sistemas de automatización del hogar.

La elección de la tecnología adecuada dependerá no solo de la precisión requerida, sino también de consideraciones prácticas, como la facilidad de implementación y la interoperabilidad con otros dispositivos domésticos.

Con la revisión del arte podemos establecer las funcionalidades y funciones que el proyecto va a realizar y por el área que se va a destinar.

Link de GITHUB

https://github.com/JohnVeraXD/Proyecto_Energy_System.git

6 Referencias

- [1] Y. S. Tan, Y. T. Ng, y J. S. C. Low, "Internet-of-Things Enabled Real-time Monitoring of Energy Efficiency on Manufacturing Shop Floors," IEEE Transactions on Industrial Informatics, vol. 61, 2017.
- [2] Himer et al., "Energy Consumption Monitoring System Based on IoT for Residential Rooftops," in Proceedings of the 4th IEEE International Conference on, vol. 11, 2023.

- [3] R. Islam, S. Sarker, S. Mazumder, I. Ranim, y A. Rahman, "An IoT based Real-time Low Cost Smart Energy Meter Monitoring System using Android Application," IEEE Transactions on Industrial Informatics, 2019.
- [4] K. Prakashraj, G. Vijayakumar, S. Saravanan, y S. Saranraj, "IoT based energy monitoring and management system for smart home using renewable energy resources," IEEE Transactions on , 2021.
- [5] A. Azha, A. Abd Rahman, A. H. Nawawi, R. M. Fuad, y T. Aziz, "Improving Power Consumption of Wireless Home Automation System with Secured Smart Energy Controller," in Proceedings of the IEEE International Conference on, 2023.
- [6] H. K. Pate, T. Mody, y A. Goyal, "Arduino Based Smart Energy Meter using GSM," in Proceedings of the 4th International Conference on Internet of Things: Smart Innovation and Usages (IoT-SIU), 2019.
- [7] R. Hariharan, R. Agarwal, M. Kandamuru, y A. Gaffar, "Energy consumption monitoring in smart home system," vol. 1085, IEEE Transactions on, 2018.
- [8] H. Shin, H. Han, S. Kim, S. Park, y S. Park, "Monitoring System for Efficient ESS Charging/Discharging Scheduling based on Intelligent IoT Platform," in Proceedings of the IEEE International Conference on Consumer Electronics-Asia (ICCE-Asia), 2022, pp. 1–4.
- [9] H. R. Iskandar, N. Heryana, S. Sambasri, A. Purwadi, D. I. Saputra, y Marsudiono, "IoT based energy monitoring system using esp8266," 2022.
- [10] K. Chooruang y K. Meekul, "Design of an IoT Energy Monitoring System," IEEE Transactions on, 2018.