

**Universidad Autónoma Metropolitana  
Unidad Azcapotzalco  
División de Ciencias Básicas e Ingeniería  
Licenciatura en Ingeniería en Electrónica**

**Diseño e Implementación de un Sistema de Monitoreo de Consumo  
Energético mediante IoT.  
Proyecto Tecnológico**

Primera versión

Trimestre 2025 Otoño

José Eduardo Cruz Díaz  
2203034077  
2203034077@azc.uam.mx

Dr. Cesar Benavides Álvarez  
Profesor Asociado  
Departamento de Electrónica  
cesarbenavides@azc.uam.mx

M. de C. Israel Santoyo Luévano  
Profesor Asociado  
Departamento de Electrónica  
issl@azc.uam.mx

23 de octubre de 2025

## Declaratoria

En caso de que el Comité de Estudios de la Licenciatura en Electrónica apruebe la realización de la presente propuesta, otorgamos nuestra autorización para su publicación en la página de la División de Ciencias Básicas e Ingeniería.

# José Eduardo Cruz Díaz

## Alumno

Dr. Cesar Benavides Álvarez  
Asesor

# Índice

<b>1. Introducción</b>	<b>1</b>
<b>2. Antecedentes</b>	<b>2</b>
2.1. Trabajo de Grado CUC: "Diseño de un prototipo de un sistema domótico para la monitorización del consumo de energía eléctrica."[1] . . . . .	2
2.2. Trabajo Final UNLP: "Diseño e Implementación de un Sistema de Medición y Visualización del Consumo Eléctrico Residencial"[2] . . . . .	2
2.3. Proyecto de Código Abierto: "(OpenEnergyMonitor)"[3] . . . . .	3
<b>3. Justificación</b>	<b>4</b>
<b>4. Objetivos</b>	<b>5</b>
4.1. Objetivo General . . . . .	5
4.2. Objetivos Específicos . . . . .	5

## **Índice de figuras**

## **Índice de Tablas**

## 1. Introducción

En el contexto global actual, la eficiencia energética se ha consolidado como un pilar fundamental para el desarrollo sostenible, impulsada tanto por la necesidad de mitigar el impacto ambiental como por la optimización de los recursos económicos [4]. El sector residencial representa una porción significativa del consumo total de energía eléctrica, sin embargo, la mayoría de los usuarios carecen de herramientas que les permitan comprender y gestionar su consumo de manera efectiva. La facturación eléctrica tradicional ofrece únicamente un resumen mensual, funcionando como un indicador tardío que no permite identificar patrones de uso específicos ni detectar fuentes de desperdicio, como el conocido consumo fantasma.<sup>º</sup> en modo de espera (standby) [5].

La problemática central que se aborda en este proyecto es la falta de acceso a información granular y en tiempo real sobre el consumo de energía en el hogar. Esta carencia de datos impide a los usuarios tomar decisiones informadas para modificar sus hábitos, optimizar el uso de sus aparatos y, consecuentemente, reducir su gasto energético. Para dar solución a esta necesidad, se propone el diseño y la implementación de un sistema de monitoreo de bajo costo, el cual se fundamenta en la tecnología del Internet de las Cosas (IoT).

El desarrollo del proyecto se basará en tres fundamentos teóricos esenciales. El primero es el sensado de corriente no invasivo, que emplea un transformador de corriente para medir el flujo eléctrico de una instalación sin necesidad de realizar modificaciones físicas en el cableado, garantizando así la seguridad e integridad del sistema eléctrico doméstico [6]. El segundo es el uso de sistemas embebidos, donde un microcontrolador con capacidades de comunicación inalámbrica actuará como la unidad central encargada de adquirir los datos del sensor, procesarlos digitalmente y gestionar su transmisión [7]. Finalmente, el concepto de Internet de las Cosas (IoT) servirá como el marco tecnológico para conectar el dispositivo a una plataforma en la nube, permitiendo la visualización, el almacenamiento y el análisis histórico de los datos de consumo desde cualquier lugar a través de un navegador web o un dispositivo móvil [8].

Este sistema no solo proporcionará una medición precisa y en tiempo real del consumo en Watts, sino que también sentará las bases para un análisis inteligente de los datos, permitiendo la futura implementación de alertas personalizadas y la detección de anomalías en los patrones de consumo.

## 2. Antecedentes

El monitoreo del consumo de energía eléctrica mediante tecnologías del Internet de las Cosas (IoT) ha sido abordado en diversos trabajos académicos a nivel nacional e internacional. Para contextualizar la presente propuesta y destacar su originalidad, se analizan a continuación tres trabajos relevantes.

### 2.1. Trabajo de Grado CUC: "Diseño de un prototipo de un sistema domótico para la monitorización del consumo de energía eléctrica."<sup>[1]</sup>

Este trabajo, realizado en la Universidad de la Costa (CUC), Colombia, describe el diseño de un sistema domótico que incluye la monitorización del consumo eléctrico en una vivienda. El prototipo utiliza sensores conectados a un microcontrolador y visualiza los datos a través de una aplicación móvil desarrollada para tal fin, permitiendo al usuario observar el consumo de diferentes electrodomésticos [1].

**Semejanzas:** Comparte con nuestra propuesta el enfoque en el sector residencial y el objetivo de proporcionar al usuario información sobre su consumo eléctrico a través de una interfaz accesible (en su caso, una app móvil). Ambos proyectos reconocen la importancia de la monitorización para la gestión energética en el hogar.

**Diferencias y Aportación del Proyecto:** La principal diferencia radica en el método de medición y el alcance. El trabajo de Ahumada y Barros parece centrarse en la medición individual de aparatos dentro de un sistema domótico más amplio, mientras que nuestra propuesta se enfoca en la medición no invasiva del consumo total de la vivienda desde el punto de acometida, utilizando un transformador de corriente SCT-013. Además, nuestro proyecto utiliza una plataforma IoT basada en la nube, lo que permite el acceso a los datos desde cualquier lugar y facilita la implementación de análisis y alertas inteligentes (detección de consumo fantasma, notificaciones por anomalías), características no detalladas en el antecedente mencionado. La aportación clave de nuestro proyecto es ofrecer una solución centralizada, de fácil instalación y con capacidades de análisis predictivo básico.

### 2.2. Trabajo Final UNLP: "Diseño e Implementación de un Sistema de Medición y Visualización del Consumo Eléctrico Residencial"<sup>[2]</sup>

Este trabajo final de la Universidad Nacional de La Plata (UNLP), Argentina, detalla el desarrollo de un sistema para medir y visualizar el consumo eléctrico residencial. Utiliza hardware de código abierto (posiblemente Arduino o similar) y sensores de corriente para adquirir los datos, los cuales son procesados y presentados al usuario a través de una interfaz web local o una plataforma de visualización [2].

**Semejanzas:** Al igual que nuestra propuesta, este proyecto emplea hardware accesible y se enfoca en proporcionar una herramienta de visualización del consumo para usuarios residenciales. Ambos buscan ofrecer una alternativa económica a los medidores inteligentes comerciales.

**Diferencias y Aportación del Proyecto:** Aunque el objetivo es similar, la arquitectura difiere. El trabajo de Cicutti parece enfocarse más en la medición y visualización local o mediante plataformas genéricas. Nuestra propuesta se distingue por la \*\*integración explícita con una plataforma IoT en la nube\*\* (como Blynk o Ubidots), lo que no solo permite el acceso remoto universal, sino que es fundamental para la implementación de la capa de \*\*"inteligencia" del sistema\*\*: el análisis de patrones históricos, la estimación de costos y la generación de \*\*"alertas proactivas"\*\*, características que van más allá de la simple visualización de datos y constituyen la aportación central de nuestro proyecto.

### 2.3. Proyecto de Código Abierto: "(OpenEnergyMonitor)"[3]

OpenEnergyMonitor es un proyecto internacional de hardware y software de código abierto para el monitoreo de energía, muy reconocido en la comunidad. Su plataforma permite medir consumo, generación (paneles solares) y controlar cargas. Utiliza hardware modular de alta precisión y su software (EmonCMS) es una potente plataforma web auto-alojable [3].

**Semejanzas:** Comparte la filosofía de código abierto y el uso de sensores no invasivos. Ambos buscan dar herramientas para entender el uso de la energía.

**Diferencias y Aportación del Proyecto:** OpenEnergyMonitor es un sistema de nivel profesional, complejo y modular. La aportación de nuestra propuesta es la simplificación y accesibilidad. Buscamos entregar las funcionalidades clave (consumo real, análisis básico y alertas) en un sistema integrado y fácil de implementar para un usuario no técnico, utilizando una plataforma en la nube que elimina la necesidad de auto-alojamiento, haciéndolo más directo y económico.

### 3. Justificación

La gestión eficiente de la energía eléctrica en el sector residencial constituye un desafío significativo, originado principalmente por la falta de acceso a información detallada y en tiempo real sobre el consumo. El problema central afecta a los usuarios domésticos, quienes reciben una facturación mensual que funciona como un indicador reactivo e insuficiente para comprender sus patrones de uso, identificar aparatos ineficientes o cuantificar el impacto del "consumo fantasma". Desde una perspectiva técnica, esta carencia de datos representa una barrera para la implementación de estrategias efectivas de ahorro energético, dejando al usuario sin herramientas para optimizar uno de sus gastos recurrentes más importantes.

Resolver esta problemática mediante la ingeniería electrónica aporta beneficios directos y tangibles. La principal importancia del proyecto radica en empoderar al usuario con datos accionables, lo que se traduce en un impacto económico directo a través de la reducción del costo del servicio eléctrico y fomenta una mayor conciencia sobre el uso de los recursos energéticos, contribuyendo a la sostenibilidad ambiental [9]. Para el campo de la Ingeniería Electrónica, este proyecto es altamente relevante pues integra disciplinas clave como el diseño de sistemas embebidos, el acondicionamiento de señales analógicas, las comunicaciones inalámbricas y el desarrollo de plataformas en el Internet de las Cosas (IoT) [10]. La aportación práctica es un prototipo funcional, seguro y de bajo costo que democratiza el acceso a la tecnología de medición inteligente, a menudo reservada para soluciones comerciales de alto precio.

La viabilidad del proyecto está garantizada por la utilización de componentes de hardware económicos y de fácil acceso, como el microcontrolador ESP32 y el sensor de corriente no invasivo SCT-013 [11]. La implementación se basa en conocimientos y herramientas de software de código abierto, los cuales son consistentes con las competencias adquiridas a lo largo de la Licenciatura en Ingeniería Electrónica. El tiempo de desarrollo se ajusta al cronograma de una Unidad de Enseñanza Aprendizaje (UEA) de Proyecto de Integración. Los beneficiarios directos de la solución desarrollada serán los usuarios residenciales, y el prototipo resultante podrá ser utilizado como material didáctico en laboratorios del departamento para futuras prácticas de sistemas embebidos e IoT.

## 4. Objetivos

### 4.1. Objetivo General

Desarrollar un sistema electrónico de monitoreo de consumo energético, utilizando un sensor de corriente no invasivo y un microcontrolador con conectividad al Internet de las Cosas (IoT), para proporcionar a los usuarios residenciales una herramienta de visualización y análisis de datos en tiempo real que facilite la gestión eficiente de su energía eléctrica y de bajo costo.

### 4.2. Objetivos Específicos

- Analizar y seleccionar los componentes de hardware, incluyendo el sensor de corriente no invasivo y el microcontrolador, para diseñar el circuito de acondicionamiento de señal que garantice una correcta lectura de los datos.
- Ensamblar el prototipo físico del sistema, integrando el sensor, el circuito de acondicionamiento y el microcontrolador en una unidad funcional.
- Desarrollar el firmware para el sistema embebido, implementando las rutinas para la adquisición y procesamiento de la señal del sensor, el cálculo de la potencia consumida y la transmisión de los datos vía WiFi.
- Configurar un servidor local en una Raspberry Pi, implementando un broker MQTT para la recepción de datos, Node-RED para su procesamiento y almacenamiento, y Grafana para la visualización en un panel de control.
- Validar el correcto funcionamiento y la precisión del prototipo, comparando las mediciones obtenidas con las de un instrumento de medición comercial bajo diferentes condiciones de carga.

## Referencias

- [1] D. M. Ahumada Mejía and J. A. Barros Cárdenas, "Diseño de un prototipo de un sistema domótico para la monitorización del consumo de energía eléctrica en una vivienda a través de una aplicación móvil," Trabajo de grado (Ingeniero Electrónico), Universidad de la Costa (CUC), Barranquilla, 2021.
- [2] M. D. Cicutti, "Diseño e implementación de un sistema de medición y visualización del consumo eléctrico residencial," Trabajo Final (Ingeniero Electricista), Universidad Nacional de La Plata (UNLP), Facultad de Ingeniería, La Plata, Argentina, 2019.
- [3] OpenEnergyMonitor Community. (2025) Openenergymonitor documentation. [Online]. Available: <https://docs.openenergymonitor.org/>
- [4] P. J. Chevez, *Energías renovables y eficiencia energética: Análisis de medidas orientadas al sector residencial*. Ediciones de la U, 2018.
- [5] International Energy Agency (IEA), "Gadgets and gigawatts: Policies for energy efficient electronics," IEA Publications, Paris, France, Tech. Rep., 2022.
- [6] J. Fraden, *Handbook of Modern Sensors: Physics, Designs, and Applications*, 4th ed. Springer, 2016.
- [7] F. Vahid and T. D. Givargis, *Embedded System Design: A Unified Hardware/Software Introduction*. John Wiley & Sons, 2002.
- [8] M. Alaa, A. A. Zaidan, B. B. Zaidan, M. Talal, and M. L. Kiah, "A review of internet of things for smart homes environment: Applications and challenges," *International Journal of Advanced Mechatronic Systems*, vol. 9, no. 4, pp. 196–210, 2017.
- [9] SAP Insights. (2022) Smart metering: Helping customers reduce consumption. [Online]. Available: <https://www.sap.com/latinamerica/insights/smart-metering-helping-customers-reduce-consumption.html>
- [10] J. López and et al., "Implementación de tecnologías iot para la reducción del consumo energético en oficinas inteligentes mediante el control de la iluminación," *Revista de Ciencia y Tecnología*, vol. 7, no. 3, 2024. [Online]. Available: <https://www.scielo.org.mx/pdf/recit/v7n3/2594-1925-recit-7-03-e332.pdf>
- [11] S. García. (2017) Sct-013 mide el consumo eléctrico en tu casa con arduino. [Online]. Available: <https://programarfacil.com/blog/arduino-blog/sct-013-consumo-electrico-arduino/>