

Sistema de Monitoreo/Control de Consumo de energía eléctrica en el hogar mediante Raspberry Pi y Python
Home energy Consumption monitoring/control System using Raspberry Pi and Python

Tnlgo. Lenin Leonardo Landázuri Páez, Tnlgo. Karen Mishell Gallo Perugachi, Ing. Diego Fernando Estrella Tapia, Mgrtr.

**INVESTIGACIÓN Y
DESARROLLO TECNOLÓGICO**

**Julio - diciembre,
V°4-N°2; 2023**

- ✓ **Recibido:** 30/07/2023
- ✓ **Aceptado:** 18/08/2023
- ✓ **Publicado:** 30/12/2023

PAÍS

- 📄 Ecuador-Santo Domingo
- 📄 Ecuador-Santo Domingo
- 📄 Ecuador-Santo Domingo

INSTITUCIÓN

- 🏢 Instituto Superior Tecnológico Tsa'chila.
- 🏢 Instituto Superior Tecnológico Tsa'chila.
- 🏢 Instituto Superior Tecnológico Tsa'chila.

CORREO:

- ✉ leninlandazuripaez@tsachila.edu.ec
- ✉ karengalloperugachi@tsachila.edu.ec
- ✉ diegoestrella@tsachila.edu.ec

ORCID:

- <https://orcid.org/0009-0006-2582-6732>
- <https://orcid.org/0009-0001-4639-5568>
- <https://orcid.org/0000-0002-0965-1817>

FORMATO DE CITA APA.

Landázuri, L. Gallo, K. Estrella, D. (2023). Sistema de Monitoreo/Control de Consumo de energía eléctrica en el hogar mediante Raspberry Pi y Python. Revista G-ner@ndo, V°4 (N°2), 137 – 152

Resumen

Este trabajo es una investigación bibliográfica enfocada en la evaluación de la viabilidad y efectividad al implementar un Sistema de Monitoreo/Control de Consumo Eléctrico en el Hogar utilizando Raspberry Pi y Python. El objetivo de esta investigación es mejorar la eficiencia energética y promover el ahorro de energía eléctrica. La metodología utilizada se basa en el enfoque cualitativo, alcance exploratorio y descriptivo. Se realizó una revisión teórico-documental para analizar investigaciones previas y proyectos idénticos que emplean dispositivos similares en la gestión del consumo eléctrico en los hogares. La investigación se centra en la selección de los componentes y dispositivos apropiados para el sistema de monitoreo y control propuesto. Se desarrolló un diseño teórico del sistema que permitirá adquirir y procesar datos de consumo eléctrico en tiempo real, utilizando Raspberry Pi y Python como base tecnológica. Los resultados muestran un potencial alentador para mejorar la medición y el monitoreo del consumo energético en los hogares. Esta investigación es teórica y no es implementación real del sistema en los hogares. Hallazgos sugieren que la utilización de herramientas como Raspberry Pi y Python contribuyen significativamente a una mayor conciencia en el uso eficiente de la energía en el ámbito residencial. Esta investigación proporciona una base sólida para futuros estudios y desarrollos en el campo de la eficiencia energética en hogares. Los resultados y el diseño teórico del sistema presentado pueden ser de gran utilidad para promover prácticas más sostenibles en el consumo energético en el hogar y contribuir al cuidado del medio ambiente.

Palabras clave: Ahorro, consumo, corriente, monitoreo, voltaje.

Abstract

This work is literature research focused on the evaluation of the feasibility and effectiveness of implementing a Home Energy Consumption Monitoring/Control System using Raspberry Pi and Python. The objective of this research is to improve energy efficiency and promote electrical energy savings. The methodology used is based on the qualitative approach, exploratory and descriptive scope. A theoretical-documentary review was conducted to analyze previous research and identical projects that employ similar devices in the management of electricity consumption in homes. The research focuses on the selection of appropriate components and devices for the proposed monitoring and control system. A theoretical design of the system that will allow acquiring and processing electricity consumption data in real time was developed, using Raspberry Pi and Python as the technological basis. The results show encouraging potential for improving the measurement and monitoring of energy consumption in households. This research is theoretical and is not actual implementation of the system in homes. Findings suggest that the use of tools such as Raspberry Pi and Python contribute significantly to increased awareness in residential energy efficiency. This research provides a solid foundation for future studies and developments in the field of energy efficiency in homes. The results and the theoretical design of the system presented can be of great use to promote more sustainable practices in energy consumption in the home and contribute to the care of the environment.

Keywords: Saving, consumption, current, monitoring, voltage.

Introducción

En las últimas décadas la energía eléctrica ha sido el elemento fundamental en los hogares. Su labor es darle funcionamiento a los equipos eléctricos y electrónicos, para facilitar el estilo de vida de las personas en la comodidad de sus viviendas. Por otra parte, la generación de la energía eléctrica es a base de combustibles fósiles como: carbón, petróleo y gas; su producción es demasiado contaminante y limitada, lo que significa que su uso debe ser de manera responsable para aportar con el cuidado de los recursos naturales del medio ambiente.

En la actualidad existe un avance en la tecnología en equipos eléctricos y electrónicos actualizados con una gran eficiencia energética en comparación a lo acostumbrado en décadas pasadas. A pesar de que la eficiencia de los equipos haya mejorado el consumo de energía eléctrica suele ser mayor por el aumento de mencionados equipos en el hogar. Por ende, la evolución tecnológica es una solución incompleta para salvaguardar los recursos (Morales Ramírez et al., 2021). Realizar un análisis en varios sectores del consumo de energía eléctrica en el país de México, al igual que el de la eficiencia, intensidad y de la emisión de contaminantes, facilitará el proponer un método de mejoramiento (Vaca Serrano & Kido Cruz, 2020).

El estudio del consumo de energía eléctrica puede ser una herramienta que permita analizar la producción de un país y de esta manera determinar, lo vulnerable que puede ser un sistema debido a la dependencia energética. La provincia de La Rioja (Argentina) se encuentra acoplada al Sistema Interconectado Nacional (sin) y posee una serie de centrales termoeléctricas y un parque eólico que inyectan allí su energía (Gareis & Esteban, 2019).

La economía colaborativa ha sido una innovación que ha llevado a que la economía tradicional se encuentre amenazada y cambiada por una tendencia nueva y económica basada en un consumo inteligente y sostenible, cuyo consumo preocupa por motivo de no utilizar más de lo que es necesario, un consumo basado en la colaboración y en el empleo de los bienes holgazanes (Ruiz & Salazar, 2019)

La electricidad es el principal bien utilizado en organizaciones, sus especificaciones no dependen solo de los fabricantes de equipos eléctricos y electrónicos, también depende del usuario. Por ende, no es posible encontrar un concepto de calidad con respecto a la energía eléctrica. La IEC 6 1000-4-30 la define como: “características de la electricidad en un punto dado de una red de energía eléctrica, evaluadas con relación a un conjunto de parámetros técnicos de referencia” y para la IEEE 1159-1995 es “una gran variedad de fenómenos electromagnéticos que caracterizan la tensión y la corriente en un instante dado y en un punto determinado de la red eléctrica”.

Monitorear y mejorar a los indicadores de calidad tiene que ver con el uso eficiente del mismo, por lo cual se debe constituir un objetivo de trabajo para las organizaciones. La Tecnología de Gestión Total de la Eficiencia Energética (TGTEE) conforma una herramienta para conseguir esto. Entre los módulos que la constituyen contiene un sistema para el monitoreo y control, el mismo que cuenta de tres etapas: Información, Control y Mejoramiento. (Ungaro et al., 2018)

El ahorro energético consiste en utilizar la energía de mejor manera. El generar energía eléctrica produce impactos ambientales. El ahorro de energía eléctrica ayuda a

reducir fenómenos como: El calentamiento global y el cambio climático. La energía que no se consume es la más pura y económica. (EP, 2021, pág. 1)

Controlar el consumo de la energía. Se puede cometer el error de pensar que el reducir el consumo de la electricidad es simplemente apagar las luminarias que no se esté utilizando, claro que no se refiere a algo tan simple. El ahorro de energía eléctrica se basa en practicar acciones que permiten efectuar la disminución del uso inadecuado de la electricidad. (Energía, 2018)

“En esencia, la eficiencia energética implica la utilización de la energía de la manera más coste-eficiente para ejecutar un proceso productivo o proveer un servicio, minimizando las pérdidas de energía y el consumo de energía y otras materias primas” (Orkestra, 2021, pág. 10). La economía de la sociedad. Toda persona desea vivir tranquilamente y sin preocupaciones financieras. Para ello es importante conocer el porcentaje del consumo eléctrico de cada equipo en el hogar, “De una manera general, el uso eficiente de energía contribuye a la igualdad, mejora condiciones de vida, amena gastos en energía y acceso a mejores servicios energéticos” (Rietmat, 2020, pág. 28)

El propósito de esta investigación es abordar el tema del consumo eléctrico en el hogar de manera más eficiente y sostenible. A través de una revisión bibliográfica, se busca establecer una base sólida de conocimientos sobre sistemas de monitoreo/control de consumo eléctrico en el ámbito residencial, identificando nuevas tecnologías y perspectivas efectivas.

La cuidadosa selección de componentes y dispositivos, a través de una investigación detallada, garantizará que el sistema propuesto pueda medir y monitorear con precisión el consumo de los aparatos eléctricos del hogar. Al elegir opciones que

trabajen conjuntamente con Raspberry Pi y Python, se garantiza el monitoreo/control de los parámetros del consumo eléctrico en el hogar.

Asimismo, el desarrollar una estructura teórica del sistema será clave para establecer coherencia y eficacia que permita adquirir y conocer datos importantes. Una visualización clara de los datos recopilados permitirá a los usuarios comprender mejor su consumo eléctrico y tomar decisiones encaminadas a la optimización de la energía.

El logro de estos objetivos ayudará al conocimiento sobre la importancia de una gestión inteligente de la energía en los hogares, iniciando prácticas que favorezcan tanto la eficiencia energética como el ahorro económico. La implementación exitosa del Sistema de Monitoreo/Control de Consumo Eléctrico en el Hogar utilizando Raspberry Pi y Python abrirá las puertas a nuevas oportunidades para mejorar la eficiencia energética en los hogares y contribuir a la sostenibilidad del medio ambiente.

¿Es factible y práctico implementar un Sistema de Monitoreo/Control de Consumo Eléctrico en el Hogar utilizando Raspberry Pi y Python para mejorar la eficiencia energética y promover el ahorro de energía eléctrica?

Es indispensable que la sociedad y las actividades que las personas realicen contribuyan con la preservación de las fuentes de energía. Existen métodos para garantizar el ahorro en el consumo eléctrico, esto gracias a la intervención de dispositivos de control y configuraciones modernas en las instalaciones ya que a diario se ocupan equipos eléctricos y electrónicos como, por ejemplo: Planchas, lámparas, computadoras, entre otros. Por otra parte, si bien es cierto es completamente que es una realidad que el cambio climático, la explotación continua y el crecimiento de los recursos naturales en el mundo, han dejado huellas en las siguientes generaciones con respecto a pensar en

emplear una nueva y mejorada manera de comportarse para cuidar el ecosistema. Es importante tomar en cuenta que los combustibles fósiles no siempre van a estar a disposición de la humanidad y el usarlo de una desconsiderada significaría la afectación a la capa de ozono por la contaminación producida, por ende, es urgente tomar medidas para reducir el impacto negativo en el medio ambiente.

Hoy en día consumir energía eléctrica es fundamental en la sociedad y se ha llegado a depender significativamente de ella en el diario vivir; su gran demanda tiene impacto considerable en recursos esenciales de los seres vivos, impulsando a la humanidad a buscar nuevas alternativas energéticas que sean amigables con el Medio Ambiente y al mismo tiempo que se encuentren al nivel de suplir la demanda energética, ya que la irresponsabilidad de un gran porcentaje de personas han provocado el aumento del valor en el recibo a pagar por parte del usuario al igual que una mayor escasez en los recursos no renovables.

Las investigaciones relevantes para el control y supervisión de las redes inteligentes son en áreas tales como: Seguridad, tolerancia de fallos y en los protocolos de comunicación. Al conectar una cantidad de dispositivos se obtiene como resultado que el volumen de información intercambiado cada vez vaya aumentando, fabricando de esta manera un sistema de supervisión y control con más complejidad.

La innovación tecnológica ha ido aumentando y desarrollando nuevos equipos que son muy pequeños en comparación con los dispositivos de hace algunos años atrás, con el detalle que estos nuevos equipos tienen una mayor capacidad computacional. El computador de placa reducida (SBC por sus siglas en inglés) conocido como Raspberry Pi, es un claro ejemplo. Ahora bien, el monitoreo de la energía eléctrica en otros países

se debe llevar al cabo con el estudio en cada una de las regiones locales, los mismo que se determinan a través de sistemas para detectar equipos sobrecargados, de los cuales las empresas distribuidoras de energía eléctrica indican el consumo que se realiza mensualmente.

El objetivo de esta investigación es fundamentar que el implementar un sistema que permita realizar la medición del consumo eléctrico, utilizando la metodología del diseño de acuerdo a las necesidades requeridas por el usuario, realizando pruebas de funcionalidad se puede decir que, es viable gracias a nuevos equipos utilizados para el monitoreo en la medición de voltaje, corriente, potencia, consumo eléctrico, obteniendo en tiempo real información basada en datos, la misma que aumenta el rendimiento y reducen las fallas técnicas.

Materiales Y Métodos

Revisión Documental y Análisis de Literatura: Iniciar el procedimiento con una búsqueda exhaustiva de literatura científica, informes técnicos, publicaciones y recursos en línea relacionados con sistemas de supervisión y control de consumo eléctrico, así como el empleo de Raspberry Pi y Python en proyectos similares. Este análisis permitirá obtener una comprensión sólida del estado actual de la tecnología y facilitará la identificación de desafíos, soluciones y enfoques previamente explorados en este ámbito.

Análisis de Estudios de Casos y Experiencias Prácticas: Evaluar casos de estudio y ejemplos concretos de proyectos similares ya implementados. Esto podría abarcar la revisión de documentación de proyectos de código abierto, entradas en blogs técnicos y discusiones en comunidades en línea. El propósito es extraer enseñanzas,

identificar posibles obstáculos y comprender las estrategias que otros han adoptado para desarrollar un sistema de características afines.

Diseño y Experimentación: Definir un plan para el diseño experimental que englobe la configuración del hardware (como Raspberry Pi, sensores de corriente, sensores de voltaje, entre otros), así como la programación en Python para la adquisición de datos y el seguimiento a distancia. Además, se incluirá la implementación de un mecanismo de control (como la capacidad de apagar dispositivos a distancia). Ejecutar pruebas minuciosas en un entorno controlado para verificar y validar la funcionalidad, la precisión y la eficacia operativa del sistema.

Materiales utilizados en el sistema de monitoreo-control

- Raspberry Pi 4
 - ADC - I2C de 16 bits ADS1115
 - Sensor de Corriente YHDC SCT-013-000
 - Adaptador de corriente MicroUSB de 2.5A 5V
 - (1) Resistencia de 2W 10K ohmios
 - (2) Resistencia 1/2W 10K ohmios
 - (1) Resistencia de 33 ohmios
 - (1) Resistencia de 2W 3.3K ohmios
 - (4) Diodo IN4007
 - (1) Diodo Zener de 3.6V
 - (1) Potenciómetro de 10K ohmios (o preestablecido)
 - Condensador de 50V 1uf
 - (2) Condensador de 50V 10uf
-

- Protoboard o Placa Electrónica
- Conductores

A continuación se detalla la programación para la recepción de datos los parámetros eléctricos el voltaje se lo realiza mediante un divisor de voltaje.

```
import time
import Adafruit_ADS1x15

# Inicialización del ADC
adc = Adafruit_ADS1x15.ADS1115()

# Configuración de los pines
corriente_pin = 0 # Canal A0 en el ADC
voltaje_pin = 1 # Canal A1 en el ADC

# Factores de conversión
corriente_factor = 30.3 # Factor de conversión para el sensor de corriente
voltaje_factor = 0.0049 # Factor de conversión para el sensor de voltaje (divisor
de voltaje)

try:
    while True:
        # Leer el valor analógico del sensor de corriente y voltaje
        raw_corriente = adc.read_adc(corriente_pin, gain=1)
        raw_voltaje = adc.read_adc(voltaje_pin, gain=1)

        # Convertir los valores analógicos a corriente en amperios y voltaje en
voltios
        corriente = raw_corriente * corriente_factor
        voltaje = raw_voltaje * voltaje_factor

        # Calcular potencia activa (W)
        potencia_activa = corriente * voltaje

        # Imprimir los resultados
        print(f"Lectura de corriente: {corriente:.2f} A")
        print(f"Lectura de voltaje: {voltaje:.2f} V")
        print(f"Potencia Activa: {potencia_activa:.2f} W")

        time.sleep(1) # Esperar 1 segundo antes de la próxima lectura

except KeyboardInterrupt:
    print("Aplicación finalizada.")
```

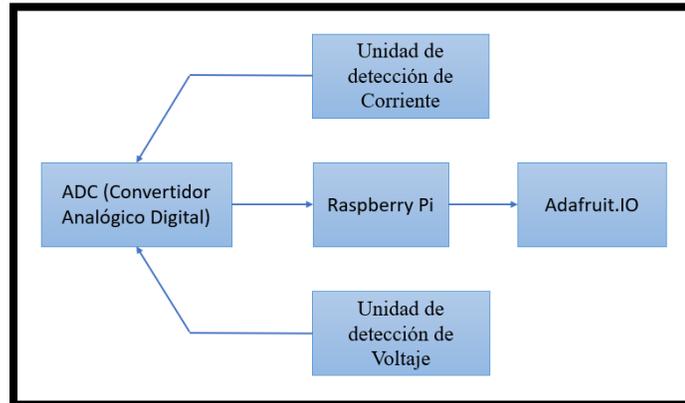


Figura 1: Diagrama de Conexión
Fuente: Autores

Análisis de Resultados

Es indispensable que la sociedad y las actividades que las personas realicen contribuyan con la preservación de las fuentes de energía. Existen métodos para garantizar el ahorro en el consumo eléctrico, esto gracias a la intervención de dispositivos de control y configuraciones modernas en las instalaciones ya que a diario se ocupan equipos eléctricos y electrónicos como, por ejemplo: Planchas, lámparas, computadoras, entre otros. Por otra parte, si bien es cierto es completamente que es una realidad que el cambio climático, la explotación continua y el crecimiento de los recursos naturales en el mundo, han dejado huellas en las siguientes generaciones con respecto a pensar en emplear una nueva y mejorada manera de comportarse para cuidar el ecosistema. Es importante tomar en cuenta que los combustibles fósiles no siempre van a estar a disposición de la humanidad y el usarlo de una desconsiderada significaría la afectación a la capa de ozono por la contaminación producida, por ende, es urgente tomar medidas para reducir el impacto negativo en el medio ambiente.

En este estudio se revela con contundencia que la introducción de un Sistema de monitoreo-control de consumo de energía eléctrica, mediante la fusión de tecnologías como Raspberry Pi y Python, no solo es factible en términos técnicos, sino que también presenta un enfoque altamente eficaz para abordar los retos actuales en la gestión energética residencial. A través de la selección de Raspberry Pi como plataforma de hardware y Python como lenguaje de programación, se logró una ejecución exitosa y una adquisición precisa de datos de consumo eléctrico. Esto se ha complementado con la creación de una interfaz de usuario intuitiva, que se erige como un puente entre la tecnología y la accesibilidad, lo que facilita la adopción generalizada.

La capacidad de monitorizar el consumo eléctrico en tiempo real presenta un componente verdaderamente transformador. Esto otorga a los usuarios una ventana al comportamiento exacto de su consumo energético, permitiendo un análisis profundo de los patrones de uso. En última instancia, este conocimiento empodera a los usuarios para tomar decisiones informadas y, más crucial aún, para adaptar y optimizar su consumo en consecuencia. Además, la implementación de un sistema de control no solo se traduce en una gestión más eficiente, sino que también introduce una dimensión de control remoto. Esto se traduce en una capacidad de regular dispositivos eléctricos a distancia, lo que puede conducir a una disminución considerable del consumo innecesario y, por lo tanto, a una reducción del impacto ambiental.

Estos descubrimientos no solo confirman la viabilidad de la combinación de Raspberry Pi y Python en la creación de un Sistema de Monitoreo y Control de Consumo de Energía, sino que también abren un vasto panorama de oportunidades en la eficiencia energética. Estos resultados son de suma relevancia en el contexto actual de un mundo

que se enfrenta a desafíos energéticos y ambientales cada vez más apremiantes. Como consecuencia, se establece un sólido fundamento para la aplicación práctica de esta solución tecnológica y, al mismo tiempo, para la continuación del avance en la sensibilización energética y la adopción de prácticas más sostenibles. Esta convergencia entre innovación y sostenibilidad refleja una senda prometedora hacia un futuro más consciente y responsable en el consumo energético.

Conclusiones

Se ha completado un estudio detallado sobre la viabilidad de emplear una combinación de Raspberry Pi y Python como un Sistema de Monitoreo/Control para gestionar el consumo eléctrico en hogares. El propósito de esta solución es mejorar la eficiencia energética y fomentar prácticas de ahorro de energía dentro de los hogares. A través de una revisión exhaustiva de la literatura existente en torno a sistemas similares de monitoreo y control de consumo eléctrico en el ámbito residencial, se estableció una base sólida para entender la importancia y las ventajas de esta propuesta.

La selección de los componentes y dispositivos necesarios para el sistema fue un proceso meticuloso y considerado, abordando aspectos clave como la precisión de medición, la compatibilidad con la plataforma Raspberry Pi y la facilidad de integración en un entorno doméstico típico. Este enfoque garantizó que el diseño del sistema fuera confiable y eficiente.

El desarrollo de un marco teórico sólido para el sistema de monitoreo/control del consumo de energía eléctrica sentó las bases para abordar aspectos técnicos, operativos y de implementación. Se identificaron los elementos esenciales del sistema, se delineó la arquitectura general y se esbozaron los pasos cruciales para llevar a cabo la implementación y el despliegue del sistema.

La investigación detallada y la planificación exhaustiva establecieron una base sólida para la implementación exitosa de esta solución. Dado el contexto actual, donde la sensibilización ambiental y la necesidad de reducir el consumo energético están en aumento, este sistema puede desempeñar un papel fundamental al capacitar a los usuarios para tomar decisiones informadas sobre su consumo eléctrico.

Referencias bibliográfica

- 21, A. (2023). Centro de Formacion Tecnica para la Industria. Obtenido de Centro de Formacion Tecnica para la Industria: <https://www.cursosaula21.com/que-es-python/>
- Ambiente, M. d. (s.f). Guía Práctica para el Ahorro y Uso Eficiente de Energía. Obtenido de Guía Práctica para el Ahorro y Uso Eficiente de Energía.
- Bone, L. E. (1 de Mayo de 2020). EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EL HOGAR: EL CALENTADOR ELÉCTRICO CON TANQUE DE AGUA. Obtenido de Universidad del Zulia: <https://www.redalyc.org/journal/6057/605763737001/>
- Energía, D. G. (s.f). Dirección General de Energía. Obtenido de Ahorro de Energía Eléctrica en el Hogar.
-

- Cevallos-Duque, A. E.-G. (13 de Enero de 2019). INNOVACIÓN TECNOLÓGICA DE UN SISTEMA INTEGRAL PARA MONITOREAR EL CONSUMO ELÉCTRICO. Obtenido de Universidad Politecnica Salesiana: <https://www.redalyc.org/journal/5055/505559510002/>
- Chipantiza, L. F. (Octubre de 2018). Universidad Técnica de Ambato: Facultad de Ingeniería en Sistemas Electrónica e Industrial. Obtenido de Sistema de Monitoreo y Telegestión del consumo eléctrico en cargas Residenciales basado en una Arquitectura IoT.
- Díaz, R. E. (2023). Prototipo de un sistema de medición de consumo eléctrico con protocolos IoT mediante módulos ESP8285 y ESP8266. Obtenido de Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas Carrera de Ingeniería en Mantenimiento Eléctrico: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/13817/2/04%20MEL%20192%20TRA%20BAJO%20GRADO.pdf>
- Fuentes, J., Castro, S., Medina, B., & al., e. (2018). EXPERIMENTACIÓN DE CONTROLADORES DIGITALES CLÁSICOS EN UN SISTEMA EMBEBIDO APLICADO EN UN PROCESO TÉRMICO. Obtenido de Universidad Industrial de Santander: <https://www.redalyc.org/journal/5537/553756967009/>
- Guardarrama, J. R., Areu, O. H., & Freire, R. C. (15 de Julio de 2019). SISTEMA DE SUPERVISIÓN PARA EL MONITOREO DE REDES ELÉCTRICAS INTELIGENTES. Obtenido de Instituto Superior Politecnico Jose Antonio Echeverria Cujae: <https://www.redalyc.org/journal/3291/329160723010/>
- Grid, O. (s.f). Buenas prácticas para el ahorro de energía en la empresa. Obtenido de www.optimagrid.eu
- EP, C. (2021). CNEL EP. Obtenido de CNEL EP.
- FLUKE. (2023). FLUKE . Obtenido de FLUKE : <https://www.fluke.com/es-es/informacion/blog/electrica/que-es-la-ley-de->
-

- Morales Ramírez, D., Alvarado Lagunas, E., & González Del Ángel, L. J. (2021). Disposición al ahorro de energía eléctrica en los hogares de México. *Estudios Demográficos y Urbanos*, 36(2), 533-561. <https://doi.org/10.24201/edu.v36i2.2002>
- Ruiz, J. S., & Salazar, Y. M. (2019). Desarrollo de la economía colaborativa en Ecuador. *Espiraes revista multidisciplinaria de investigación científica*, 3(29). <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=573263328002>
- Ungaro, M. R.-B., García, R. E.-C., Yero, D.-D., Rodríguez, N. R.-H., & Gilart, R.-A. (2018). Gestión de la calidad de la energía eléctrica. 39(1). Vaca Serrano, J. M. E., & Kido Cruz, A. (2020). Estrategia de eficiencia en el consumo de energía eléctrica y mitigación en la estructura productiva de México. *Contaduría y Administración*, 66(2). <https://doi.org/10.22201/fca.24488410e.2021.2487>
- Vázquez, E. G., & Santos, A. I. G. (2020). Solución de iluminación eficiente energéticamente para una vivienda sustentable. *Ingeniería Energética*, XLI(2), 1-11.
-