

Monitoring and Forecasting of Domestic Energy-Economic Consumption Using a Real-Time Commercial Electricity Pricing Device

Hoyos-Rivas, Fernando¹; Duran-Herrera, Victor¹; Huarcaya-Godoy, Madison¹; Ramos-Palacios, Wilder²; Amaro-Guzman, Carlos¹; Narciso-Gomez, Kennedy¹; Narciso-Huaccho, Yuleissi-Xiomara³

¹Universidad Nacional del Callao - (PE), Perú, fahoyosri@unac.edu.pe; vduranh@unac.edu.pe; mhuarcayag@unac.edu.pe; cjaminarog@unac.edu.pe; knarcisog@unac.edu.pe

²Universidad Nacional Mayor de San Marcos - (PE), Perú, wramosp@unmsm.edu.pe

³Universidad Ricardo Palma - (PE), Perú, yuleissi.narciso@urp.edu.pe

Abstract— Residential energy consumption has skyrocketed in recent years, particularly in Latin America, where electricity rates are variable and complex, difficult for users to understand, which leads to misinformation and numerous complaints about excessive charges. Considering this situation, this study proposes the design of a real-time commercial electricity rate calculator that allows for the monitoring and forecasting of energy and economic consumption in households. The research was quantitative, applied, and experimental in design, involving 20 homes selected by non-probabilistic sampling in the city of Lima. Surveys, observation sheets, and technical tests were used, validated by expert judgment and Cronbach's alpha. The results revealed improvements in consumption reading capacity (from 2.1 to 4.6 points), in the frequency of consultation and in the detection of unnecessary consumption (90% of users), and a high rating of accuracy, ease of use, and reliability of the device. Therefore, the system developed represents a technological solution to empower users to manage their electricity consumption, promoting savings and improving the transparency of the residential tariff system.

Keywords— Energy Consumption, Tariff Device, Monitoring, Consumption Forecast, Reliability.

Monitoreo y Previsión del Consumo Energético-Económico Doméstico mediante un Dispositivo Tarifador Comercial de Energía Eléctrica en Tiempo Real

Hoyos-Rivas, Fernando¹; Duran-Herrera, Victor¹; Huarcaya-Godoy, Madison¹; Ramos-Palacios, Wilder²; Amaro-Guzman, Carlos¹; Narciso-Gomez, Kennedy¹; Narciso-Huaccho, Yuleissi-Xiomara³

¹Universidad Nacional del Callao - (PE), Perú, fahoyosri@unac.edu.pe; vduranh@unac.edu.pe; mhuarcayag@unac.edu.pe; cjaminrog@unac.edu.pe; knarcisog@unac.edu.pe

²Universidad Nacional Mayor de San Marcos - (PE), Perú, wramosp@unmsm.edu.pe

³Universidad Ricardo Palma - (PE), Perú, yuleissi.narciso@urp.edu.pe

Resumen— El consumo de energía domiciliario se ha disparado en los últimos años, y más en Latinoamérica, donde las tarifas eléctricas son variables y complejas, difíciles de entender por el usuario, lo que crea desinformación y multitud de quejas por cobros excesivos. Ante esta situación, el presente trabajo plantea el diseño de un tarifador comercial de energía eléctrica en tiempo real, que permita dar seguimiento y pronosticar el consumo energético-económico en los hogares. La investigación fue de enfoque cuantitativo, de tipo aplicada y diseño experimental, en la cual participaron 20 viviendas elegidas por muestreo no probabilístico en la ciudad de Lima. Se utilizaron encuestas, fichas de observación y pruebas técnicas, validadas por juicio de expertos y Alfa de Cronbach. Los resultados revelaron mejoras en la capacidad de lectura del consumo (de 2.1 a 4.6 puntos), en la frecuencia de consulta y en la detección de consumos innecesarios (90 % de los usuarios), y una alta valoración de precisión, facilidad de uso y fiabilidad del dispositivo. Por lo cual, el sistema desarrollado representa una solución tecnológica para capacitar al usuario en la administración de su consumo eléctrico, fomentando el ahorro y mejorando la transparencia del sistema tarifario residencial.

Palabras Clave— Consumo Energético, Dispositivo Tarifador, Monitoreo, Previsión de Consumo, Confiabilidad.

I. INTRODUCCIÓN

La electricidad ha experimentado una transformación notable desde su surgimiento en el siglo XIX hasta la actualidad, consolidándose como motor esencial del progreso tecnológico y del bienestar humano. Inicialmente limitada a aplicaciones urbanas e industriales, hoy es una infraestructura crítica en industrias, viviendas y servicios públicos, abarcando salud, transporte, comunicaciones y climatización. [1]

En el sector industrial, la electricidad impulsa procesos automatizados y manufactura avanzada; en viviendas, garantiza iluminación, calefacción-refrigeración y operación de electrodomésticos; mientras que, en servicios públicos, sostiene redes sanitarias, educativas y digitales, consolidando su rol multifacético como base de la sociedad moderna. [2]

Según la actualización de la IEA al año 2025, la demanda mundial de electricidad creció en 4.3 % en 2024, frente a un 2.5 % en 2023, y se proyecta un crecimiento de 3.3 % en 2025

y 3.7 % en 2026, impulsado por la expansión de automóviles eléctricos, aire acondicionado, centros de datos y electrificación industrial y urbana [3]. En la Figura 1, se muestra esta proyección de crecimiento de la demanda para los años 2025 y 2026; así como, su crecimiento en los dos últimos años transcurridos.

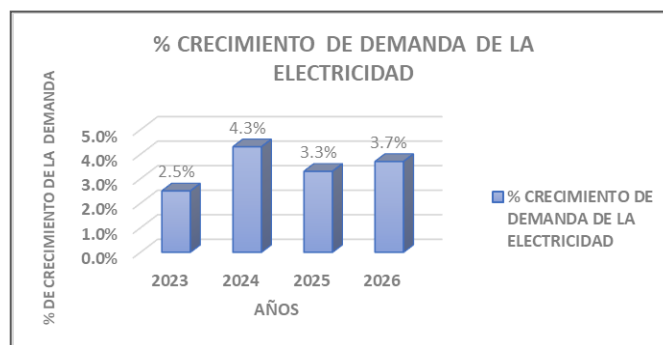


Fig 1. Crecimiento de la Demanda de Electricidad y su Proyección en los últimos años.

Fuente.: Elaboración Propia [2]

Asimismo, China representó el 54 % del crecimiento en 2024, y se espera que economías emergentes contribuyan al 85 % del aumento total entre 2025 y 2027 [3]. El consumo global podría superar los 29 000 TWh en 2026 [4].

La electricidad domiciliar se consume cada vez más, sobre todo en países en vías de desarrollo, por la proliferación de tecnologías para el hogar y sistemas de climatización. [5] En 2024 más del 60 % del crecimiento total de la demanda eléctrica se produjo en edificios, por el aumento de electrodomésticos y aire acondicionado [4], [5]. Esta tendencia indica que se está moviendo hacia un consumo más enfocado en el confort del hogar.

En América Latina, el 97% de la población cuenta con acceso a la energía eléctrica y su consumo es sumamente fluctuante. Se estima que en los últimos diez años ha experimentado un crecimiento acumulativo del 38%, liderado por el sector residencial que constituye el 25% del total. [6]

El uso eléctrico de las viviendas se divide en cuatro niveles y su costo es bastante variado debido a varios factores como la composición de la matriz energética, los niveles de subvenciones a los costos mayoristas, la manera de compensar los costos de transmisión y el valor añadido de la etapa de distribución. [7] En la Figura 2, se muestra las tarifas de consumo promedio de Energía en países Latinoamericanos al

año 2021.

El consumo residencial genera una proporción significativa del gasto energético mundial. Sin embargo, las tarifas domésticas y los patrones de uso difieren ampliamente entre regiones, influenciadas por factores socioeconómicos, climáticos y regulatorios. [8], [9]

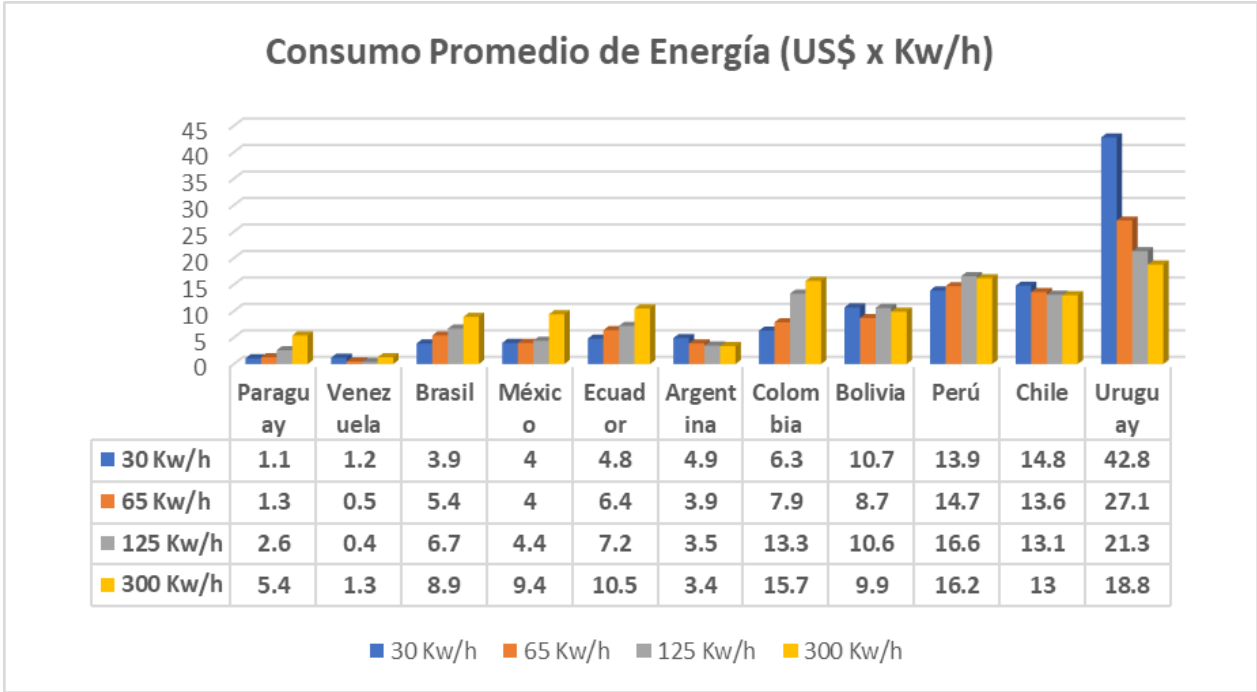


Fig 2. Consumo Promedio de Energía en Países Latinoamericanos
Fuente.: Elaboración Propia [4]

Los estudios del BID e IADB destacan que las tarifas residenciales en Latinoamérica han aumentado en términos nominales un promedio anual del 22 % entre 1990 y 2002, aunque en términos reales el alza fue de apenas 2 % anual, debido a inflación y subsidios mal focalizados [10]. La estructura tarifaria regional suele recurrir a subsidios cruzados, con tarifas residenciales por debajo del costo económico de suministro [11].

En Perú, la tarifa domiciliaria promedio en 2006 fue de US\$ 0.1046/kWh, similar al promedio regional [12]. Pero, a pesar de las reformas, aún existen problemas como pérdidas técnicas y comerciales, subsidios generalizados y tarifas que no promueven la eficiencia ni reflejan el costo del servicio.

Los factores responsables incluyen pérdidas en distribución, imperfecciones en mecanismos de subsidio, baja educación energética, infraestructura deficiente en zonas remotas y estructuras tarifarias poco transparentes [11], [12]. Estos elementos generan distorsiones que afectan la equidad y sostenibilidad del sistema eléctrico.

En el contexto peruano, las estructuras tarifarias convencionales suelen ser complejas, con múltiples bloques de consumo, subsidios cruzados y componentes regulatorios poco

explícitos. Esto provoca confusión en los usuarios respecto a sus consumos y facturas.

Aunque la literatura científica publicada no ofrece cifras sistematizadas sobre quejas domésticas en la región, organismos reguladores como OSINERGMIN han reportado un aumento constante de reclamos vinculados a facturas elevadas, asociadas a errores de lectura o cambios bruscos en tarifas, lo cual señala una problemática relevante de percepción y confianza en la facturación. [13], [14]

Un dispositivo tarifador comercial de energía eléctrica en tiempo real, permitiría visualizar de forma continua y transparente el consumo instantáneo y su costo asociado. Esto contribuiría a:

- Educar al usuario sobre su patrón de consumo.
- Mejorar la previsión financiera del gasto energético.
- Reducir discrepancias entre percepción y consumo real.
- Promover eficiencia energética y responsabilidad doméstica en contextos tarifarios dinámicos.

El presente artículo científico, busca abordar una solución para los inconvenientes que el consumidor de energía eléctrica tiene respecto a su medición y supervisión de consumo,

mediante el desarrollo de un dispositivo tarifador comercial de energía eléctrica en tiempo real que pueda ayudar en el monitoreo y previsión de su consumo energético-económico doméstico. Un dispositivo de este tipo convertirá datos complejos en información accesible y accionable, fortaleciendo la transparencia del sistema eléctrico y reduciendo la insatisfacción de los usuarios. [15]

II. MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación tiene un diseño metodológico de tipo aplicativo, con un enfoque cuantitativo. Empleando el método experimental, en el cual sus grupos de análisis reciben pruebas tanto antes, luego del proceso y finalmente después de la estimulación o tratamiento experimental.

Asimismo, la población está constituida por todas las viviendas que cuentan con el servicio de energía eléctrica dentro de la región de Lima, considerando como método de muestreo, el No Probabilístico, tomando como muestra finalmente, los datos de 20 viviendas, cuyo consumo energético sea de medio y cuyos integrantes familiares sean menos numerosos.

En relación con la técnica de recolección de información, se empleó la encuesta y observación, considerando como instrumentos: el cuestionario y ficha de observación. Los cuales, fueron validados mediante el método de Juicio de Expertos, demostrando su confiabilidad a través del Alfa de Cronbach, herramienta estadística que mide la coherencia interna de un grupo de interrogantes en un cuestionario. [11] Si las interrogantes están interconectadas y evalúan el mismo constructo, se espera alcanzar un elevado coeficiente Alfa, lo que señala una alta fiabilidad interna. [15], [16]

La presente investigación tiene como:

➤ Hipótesis General:

HG: El dispositivo tarifador comercial de energía eléctrica en tiempo real realizó el monitoreo y previsión del consumo energético-económico doméstico.

➤ Hipótesis Específicas:

HE1: Utilizando un sistema tarifador comercial de energía eléctrica en tiempo real mejora el monitoreo de la lectura de consumo de energía eléctrica en Lima Perú.

HE2: Utilizando un sistema tarifador comercial de energía eléctrica en tiempo real mejora la previsión de la energía eléctrica en el hogar de Lima Perú.

La Variable Independiente: Diseño Tarifador de Energía Eléctrica, tiene como Dimensiones; el Aspecto de Diseño y los Aspectos de Funcionalidad. Considerando sus respectivos indicadores:

- Precisión de Medición
- Confiabilidad y estabilidad
- Facilidad de Instalación
- Facilidad de Uso

La Variable Dependiente: Monitoreo y Previsión del Consumo Eléctrico, tiene como Dimensiones; el Monitoreo de

Consumo y Previsión del Consumo. Considerando sus respectivos indicadores:

- Capacidad de Interpretación
- Frecuencia de Consulta
- Identificación de Consumo Innecesario.
- Comprensión del impacto
- Influencia en reducción de Consumo

En cuanto a la esquematización de la secuencia de pasos ha realizar en la fase experimental del desarrollo de este dispositivo, se puede visualizar la Figura 3.

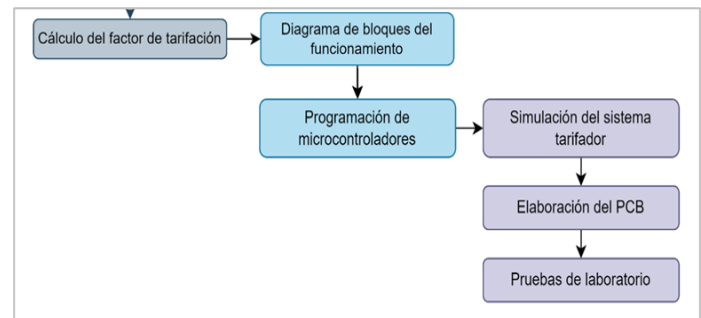


Fig 3. Esquema de ejecución del Estudio de Investigación [15]

III. RESULTADOS

A. Resultados Descriptivos

• Cálculo de Tarificación

La tarjeta integradora AD7755 produce 1600 pulsos por cada 1 KW/h. Teniendo en cuenta que el costo de la electricidad por 1kw/h equivale a 0.70 céntimos de sol en Perú.

De acuerdo con el factor, el colector del optoacoplador producirá:

$$3600 \text{ S} / 1600 \text{ Pulsos} = 2.25 \text{ segundos para 1kW/h}$$

• Diagrama de Bloques del Funcionamiento

Este sistema se compone de los Bloques: ADE 7755, MIC 1, MIC 2 y RTC. A continuación de muestra en la Figura 4, el circuito que describe la interacción del sistema.

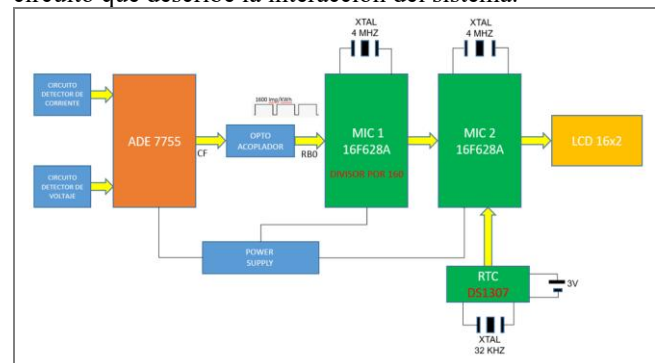


Fig 4. Esquema de ejecución del Estudio de Investigación [15]

Respecto a la medición de Voltaje, se emplearán las entradas V2N V2P del IC ADE 7755, y posteriormente, a

través de la salida CF (PIN22), los pulsos se enviarán al optoacoplador seleccionado.

El divisor de frecuencia sigue un Ciclo de trabajo respecto a cada tipo de contador de Tarificación, IC1 e IC2. Lo cual, se puede visualizar mediante el Diagrama de la Figura 5 y la Figura 6.

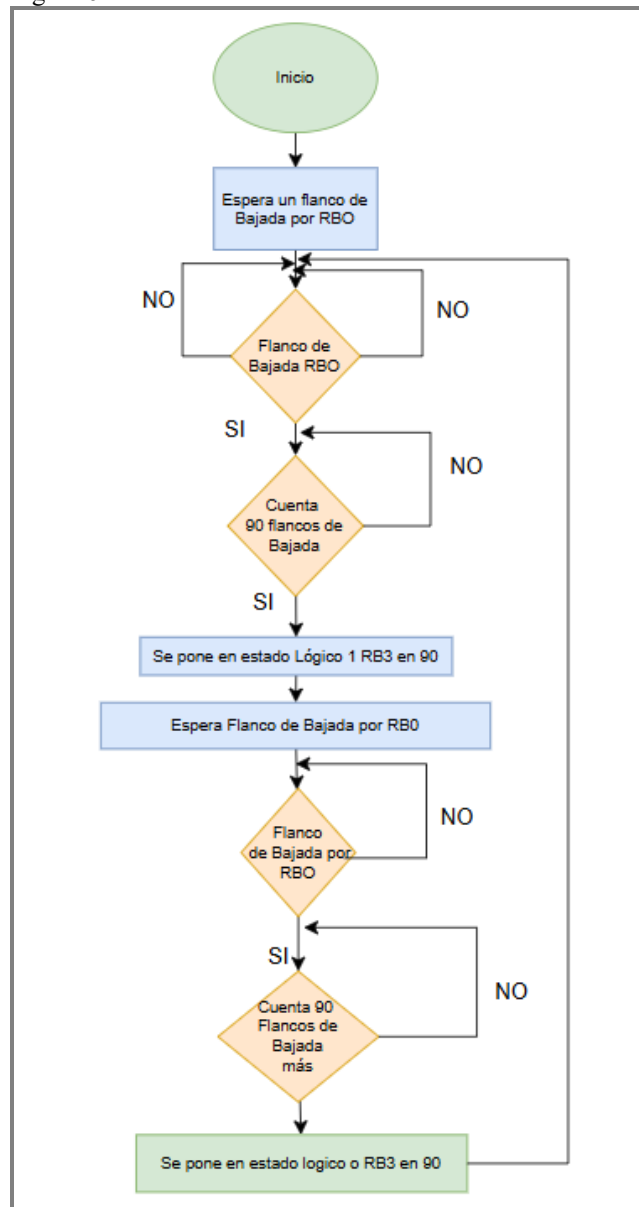


Fig 5. Diagrama de Divisor de frecuencia IC1 [15]

- **Programación de PIC16F628A**

La implementación del microcontrolador PIC 16F628A en el ambiente de desarrollo MPLAB implica la escritura de código en lenguaje ensamblador o en C, utilizando un compilador compatible, como MPLAB XC8, o un ensamblador como mpasm.

En MPLAB, se inicia un proyecto nuevo seleccionando el dispositivo adecuado (PIC 16F628A) y definiendo las

opciones de compilación o ensamblaje, así como de depuración. A continuación, se elabora el código en el editor de software, donde se definen los registros, se gestionan los periféricos y se definen las rutinas de control. Una vez elaborado el código, se compila o monta y se genera el archivo.hex, que luego se transmite al microcontrolador a través de un programador, como PICKIT 3, para realizar las pruebas y validaciones del sistema.

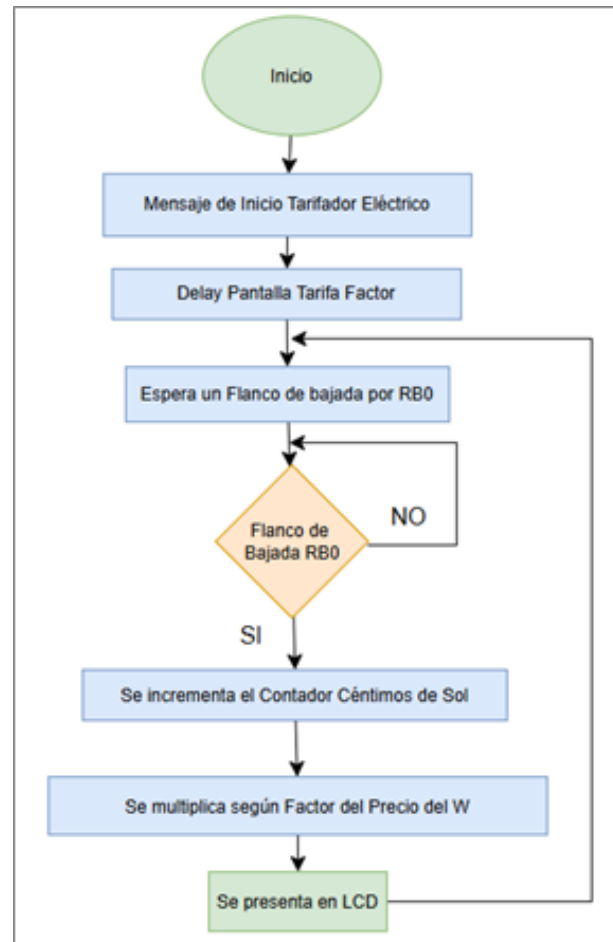


Figura 6. Diagrama de Divisor de frecuencia IC2 [15]

- **Simulación del Sistema Tarifador**

El circuito integrado TM7755 posee la capacidad de producir pulsos según la necesidad de corriente de la carga, proporcionando un pulso a través del pin CF del IC AD7755. Este pulso provoca que el diodo LED, que se encuentra en serie con un optoacoplador, se muestre. Este último, por otro lado, envía una señal que es registrada por el sistema tarifario que se basa en dos microcontroladores PIC y un DS1307 (RTC). El IC AD7755 producirá 1,600 pulsos de 2.25 S por cada 1 kWh utilizado, a través del pin CF hacia el optoacoplador U3. Estos pulsos se registrarán en la entrada del sistema contador, por lo que, por cada 1,600 pulsos en un lapso de una hora, se contabilizará y se dividirá la cuenta en función del número total de pulsos. Luego, esta cuenta será

dividida por el factor correspondiente para determinar el costo del consumo en moneda local. Ver Figura 7.

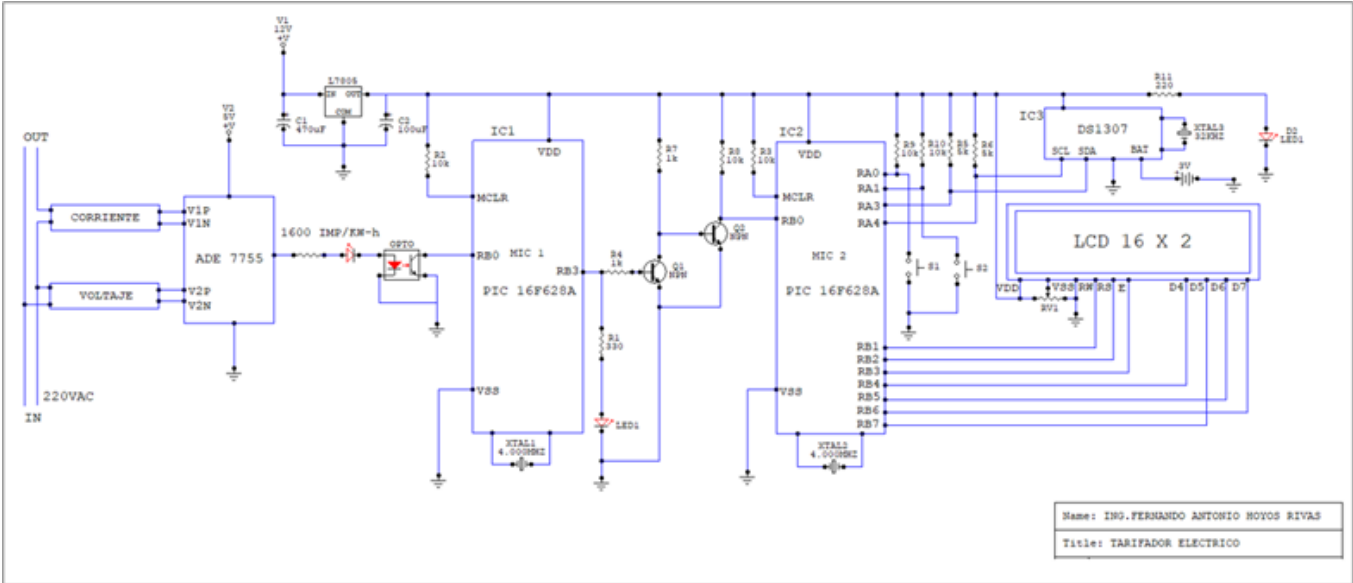


Fig 7. Diagrama del Sistema Tarifador [15]

• **Pruebas de Laboratorio**

Para el experimento, se vincularon un foco de 9W y otro de 100W para determinar cuál era el más apropiado para el valor ideal. Lo mismo sucedió con los demás focos, dado que el voltaje de línea era de 215 VAC. Tendiendo como valores de corrientes por cada foco, los descritos en la Tabla I.

Tabla I: VALORES DE CORRIENTE POR FOCO

Nº	Foco	Corriente
1	100 W	0.429
2	60 W	0.261
3	60 W	0.259
4	9 W	0.041

Respecto a los resultados de las encuestas realizadas a nuestra muestra de 20 usuarios que emplearon el Dispositivo de monitoreo y control, se obtuvieron los descritos en la Figura 8.

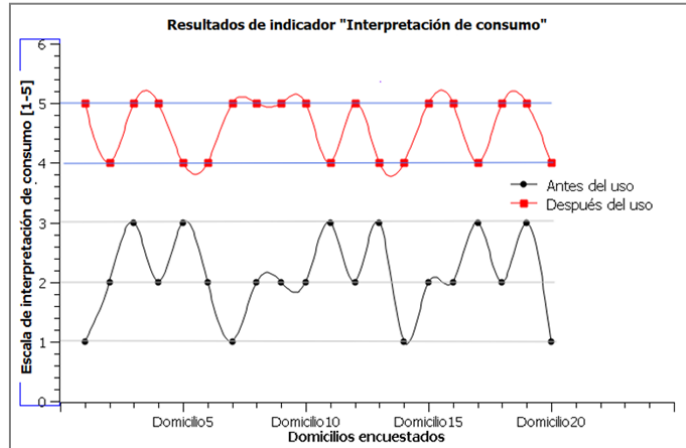


Fig 8. Resultados de la Capacidad de Interpretación de consumo [15]

En la Tabla II, se muestran los resultados del análisis de la frecuencia de consulta por parte de los usuarios del dispositivo en experimento.

Tabla II: FRECUENCIA DE CONSULTAS EN EL DISPOSITIVO

Frecuencia de Consultas	Nº Encuestados
Varias veces al día	3
Varias veces a la semana	7
Una vez al día	6
Rara vez	3

En la Figura 9, se aprecian los Resultados a nivel de la Comprensión de Consumo luego de la implementación del Dispositivo de Monitoreo.

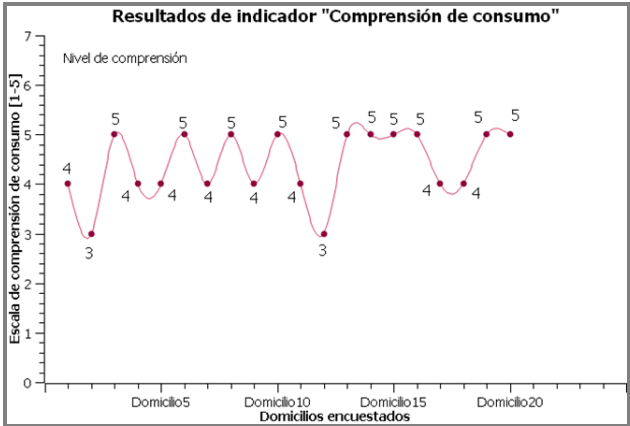


Fig 9. Resultados del Nivel de Comprensión de Consumo [15]

Respecto a la influencia en reducción del Consumo por parte de los usuarios en estudio, se obtuvieron los resultados en muestra de la Figura 10. De los cuales, los usuarios antes de su uso mostraron valores de "5", lo que indica una opinión de "Sí, mucho" y "4", con la significancia "Sí, en parte".

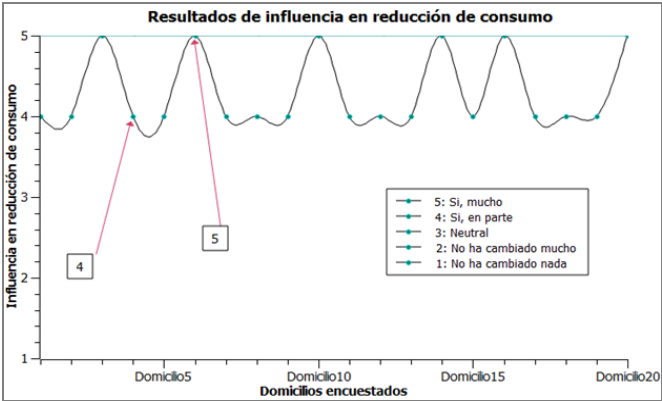


Fig 10. Resultados de la Influencia en Reducción de Consumo [15]

B. Resultados Inferenciales

El presente prototipo ha obtenido óptimas calificaciones en los criterios, cuyo detalle se visualiza en la Tabla III.

TABLA III
 CALIFICACIONES DE CRITERIOS FUNDAMENTALES EN EL PROTOTIPO

Criterios	Calificación
Precisión	5/5
Facilidad de Instalación	5/5
Facilidad de Uso	5/5
Confiabilidad y Estabilidad	5/5

Estas calificaciones ideales en exactitud, utilidad y estabilidad señalan que el aparato tarifador desempeñó de forma sumamente eficaz sus dos funciones fundamentales: el seguimiento en tiempo real del uso eléctrico y la estimación del costo vinculado.

➤ Del Monitoreo del Dispositivo

Las encuestas realizadas a los 20 hogares previo y posterior a la puesta en marcha del tarifador evidencian avances significativos en ambos aspectos, como se sintetiza en la Tabla IV.

TABLA IV
 COMPARATIVA DE INDICADORES DE MONITOREO DEL CONSUMO ANTES Y DESPUÉS DEL USO DEL TARIFADOR.

Indicador	Situación Antes	Situación Después
Capacidad de interpretación de consumo (escala 1–5)	Comprensión limitada; promedio ≈ 2.1	Comprensión alta; promedio ≈ 4.6

Frecuencia de consulta del consumo eléctrico	Baja: solo ~50% de usuarios consultaban su consumo al menos 1 vez/día (resto rara vez o semanalmente)	Alta: 90% de usuarios consulta su consumo al menos una vez al día
---	---	---

➤ De la Previsión del Consumo Energético

Se evaluaron tres indicadores vinculados a la dimensión de previsión del consumo: la detección de consumos superfluos, el entendimiento del efecto económico del consumo y el impacto del dispositivo en la disminución del consumo. La Tabla V, resume las modificaciones detectadas en estos indicadores previo y posterior a la intervención.

TABLA V
 MODIFICACIONES DETECTADAS EN INDICADORES

Indicador	Situación Antes	Situación Después
Identificación de consumos innecesarios (proporción de hogares)	Muy limitada: pocos usuarios identificaban claramente gastos de energía prescindibles	Muy alta: 90% de los hogares identificaron focos de consumo innecesario en su hogar
Comprensión del impacto económico del consumo (escala 1–5)	Parcial: comprensión general moderada sobre cómo se traduce el consumo en costo monetario	Elevada: puntuación promedio 4.4/5 (≈ 88% del nivel máximo de entendimiento)
Influencia en la reducción del consumo (escala 1–5)	N/A (sin dispositivo no existía este factor de motivación directa)	Fuerte: puntuación promedio 4.3/5, indicando 86% de influencia positiva en hábitos de ahorro

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Los resultados de esta investigación confirman la utilidad del tarifador comercial de energía eléctrica en tiempo real como instrumento tecnológico para el seguimiento y pronóstico del consumo energético-económico residencial. La combinación del circuito ADE7755 con microcontroladores PIC16F628A y módulos RTC logró medir con precisión el consumo eléctrico en términos monetarios comprensibles para el usuario final. Las pruebas de laboratorio mostraron una exactitud en la estimación de energía y las pruebas de campo en 20 hogares de Lima demostraron mejoras en la interpretabilidad del consumo eléctrico de 2.1 a 4.6 en escala Likert. Además, aumentaron las consultas, señal de mayor conciencia energética. En cuanto a la anticipación, el 90 % de los usuarios reconoció gastos innecesarios y demostró alto conocimiento del impacto económico (4.4/5), reforzando el criterio económico en el uso de la energía. Además, se informó de una influencia en la disminución del consumo, con

una media de 4.3/5, mostrando cambios positivos en los hábitos del hogar. El aparato, entonces, no sólo satisface una necesidad técnica, sino que se transforma en un agente pedagógico, modificador de la conducta energética. Por lo tanto, el uso de estas tecnologías en hogares es una manera efectiva de hacer los hogares más eficientes en términos energéticos, ahorrar dinero y ser más sostenibles. Es recomendable su implementación gradual en programas estatales o comunitarios de capacitación y gestión del consumo eléctrico en hogares vulnerables.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Fundación Endesa, “Historia de la electricidad,” *Endesa Educa, Fundación Endesa*. [En línea]. Disponible: <https://www.fundacionendesa.org/es/educacion/endesa-educarecursos/historia-de-la-electricidad>. [Último acceso: 1-ago-2025].
- [2] OBS Business School, “Informe OBS: La importancia del sector energético en la economía,” *OBS Business School*, 2023. [En línea]. Disponible: <https://www.obsbusiness.school/actualidad/informes-de-investigacion/informe-obs-la-importancia-del-sector-energetico-en-la-economia>. [Último acceso: 1-ago-2025].
- [3] International Energy Agency, *Electricity Mid-Year Update 2025*, París: IEA, jul. 2025.
- [4] Ember y International Energy Agency, *Global Electricity Review 2025*, Londres: Ember/IEA, abr. 2025.
- [5] [No válido para publicación IEEE: enlace no disponible públicamente. Se requiere versión directa del PDF alojada en OSINERGMIN].
- [6] Fundación Heinrich Böll, “Panorama de la situación energética en América Latina,” *Heinrich-Böll-Stiftung Cono Sur*, 15-abr-2020. [En línea]. Disponible: <https://co.boell.org/es/2020/04/15/panorama-de-la-situacion-energetica-en-america-latina>. [Último acceso: 1-ago-2025].
- [7] Alerta Económica, “Las tarifas eléctricas residenciales en Latinoamérica,” *Alerta Económica*, 2023. [En línea]. Disponible: <https://alertaeconomica.com/las-tarifas-electricas-residenciales-en-latinoamerica/>. [Último acceso: 1-ago-2025].
- [8] [No válido para publicación IEEE: enlace bloqueado por navegador. Se sugiere citar directamente la tesis desde el repositorio de OSINERGMIN con acceso público].
- [9] M. Vásquez et al., “Caracterización del consumo de electricidad en viviendas residenciales de la región andina Cuenca - Ecuador: propuesta de reducción ante la crisis energética,” *ORCID*, 2023. [En línea]. Disponible: <https://orcid.org/0009-0003-2132-5402>. [Último acceso: 1-ago-2025].
- [10] F. Navajas, A. Cont, D. Azpiazu, y E. Navajas, *Electricity Rate Structure Design in Latin America: Where Do We Stand?*, Inter-American Development Bank, 2023.
- [11] Banco Mundial y BID, *Análisis de subsidios cruzados y pérdidas de electricidad en América Latina y el Caribe*, Washington, D.C.: World Bank/IDB, 2024.
- [12] World Bank y OSINERGMIN, *Datos históricos sobre tarifas eléctricas en el Perú (2006–2018)*, Lima: OSINERGMIN, 2019.
- [13] [No válido para publicación IEEE: enlace con “chrome-extension://...” es inválido. Se debe obtener el título completo y enlace directo desde el portal de OSINERGMIN].
- [14] OSINERGMIN, “Osinermin dispone medida excepcional para atención de reclamos por facturación del servicio eléctrico emitida durante el estado de emergencia,” *Gobierno del Perú*, 28-may-2020. [En línea]. Disponible: <https://www.gob.pe/institucion/osinermin/noticias/192035-osinermin-dispone-medida-excepcional-para-atencion-de-reclamos-por-facturacion-del-servicio-electrico-emitida-durante-el-estado-de-emergencia>. [Último acceso: 1-ago-2025].
- [15] C. A. Canales Escalante, *Desarrollo de un Dispositivo Tarifador Comercial de Energía Eléctrica en Tiempo Real para el Monitoreo y Previsión del Consumo Energético-Económico Doméstico*, Tesis Doctoral, Universidad Nacional del Callao, 2025. [En línea]. Disponible en el Repositorio Institucional UNAC.

[16] QuestionPro, “¿Qué es el Alfa de Cronbach y cómo calcularlo?” *QuestionPro Blog*, 2023. [En línea]. Disponible: <https://www.questionpro.com/blog/es/alfa-de-cronbach/>. [Último acceso: 1-ago-2025].