Caracterización de la demanda de energía en los bloques Holanda e Italia de la sede centro de la Universidad CESMAG.

Carlos Santiago Erazo Chamorro
Estiven Orlando Montilla Martínez

Programa de Ingeniería Electrónica
Universidad CESMAG
San Juan de Pasto
2025

Caracterización de la demanda de energía de los bloques Holanda e Italia de la sede centro de la Universidad CESMAG.

Carlos Santiago Erazo Chamorro
Estiven Orlando Montilla Martínez

Informe final de Trabajo de grado presentado al Comité Curricular del Programa de Ingeniería Electrónica para optar por el título de Ingeniero Electrónico.

Asesor
Miller Manuel Rúales Luna

Universidad CESMAG
Programa de Ingeniería Electrónica
San Juan de Pasto
2025

Nota de Aceptación

Aprobado por el Comité Curricular en cumplimiento de los requisitos exigidos por la Universidad CESMAG para optar al título de Ingeniero Electrónico

Miller Manuel Rúales Luna

_____

Asesor

Mary Carmen Montezuma Rivera

_____

Jurado

Jhon Evert Barco Jiménez

_____

Jurado

Página de nota de exclusión de responsabilidad intelectual

"El pensamiento que se expresa en esta obra es exclusivamente responsabilidad de su autor y no compromete la ideología de la Universidad CESMAG"

Dedicatoria

La gratitud es un pilar esencial en mi vida, una forma de reconocer cada experiencia que ha dejado huella en mí y me ha permitido encontrar un ser más sabio a través de cada enseñanza y vivencia. Para esta oportunidad agradezco a Dios por permitirme llegar a esta etapa después de muchas adversidades, bridándome esperanza ante los sueños y propósitos que poco a poco he podido construir, que este logro sea una fortaleza más hacia la plenitud como profesional pero siempre motivado de su bondad y gran humanidad

A mis padres, quienes con su esfuerzo han apoyado mi ser para que sea capaz de cimentar logros y perseguir sueños. Han sido ese pilar que admiro, desde el cual he podido despegar y debatir las enseñanzas de vida que me han hecho llegar hasta donde estoy. Con un sincero amor y respeto, les dedico este logro con la esperanza de que su valentía, amor y firmeza no se pierda hacia un camino de esfuerzo y satisfacción familiar.

A mi asesor, una mente extraordinaria que, con respeto, sabiduría y paciencia, supo guiar el camino durante esta travesía. Su motivación académica y entrega fueron de vital importancia para la construcción de este trabajo. Gracias por ser un faro en la incertidumbre, por brindar su tiempo, disposición y compartir con generosidad un conocimiento brillante en cada etapa del proceso.

A las personas leales que han estado presentes desde los inicios de este viaje**,** aquellas que, con interés genuino, preocupación, sabiduría o empatía, han brindado una mano en los momentos más significativos. Han sido cómplices de cada etapa, ya fuera buena o difícil, su compañía ha dejado una huella imborrable. Me llevo su lealtad, amor y apoyo como bases para seguir construyéndome como una mejor persona, motivado por la alegría hacía el camino de los nuevos sueños por cumplir en su cercanía.

Carlos Santiago Erazo Chamorro

Dedicatoria

Este logro no es solo mío, sino también de quienes han estado a mi lado en cada paso de este camino, apoyándome, animándome y brindándome su amor incondicional.

A mis padres, pilares fundamentales en mi vida, quienes con su esfuerzo, sacrificio y amor inagotable me enseñaron que no hay meta imposible cuando se lucha con determinación. Gracias por cada palabra de aliento, por cada enseñanza y por ser el ejemplo que me ha guiado en los momentos de incertidumbre. Su confianza en mí ha sido la luz que me ha impulsado a seguir adelante, incluso en los momentos más difíciles. Este logro es tan suyo como mío.

A mi familia, quienes con su apoyo incondicional me han recordado que nunca estoy solo en este viaje. Gracias por su paciencia, por su cariño y por ser ese refugio en el que siempre encuentro fuerzas para seguir. Cada uno de ustedes ha dejado una huella en este proceso, y por eso, este triunfo también les pertenece.

A mis amigos, compañeros de aventuras y de desafíos, quienes, con su compañía, su ánimo y su confianza me han ayudado a superar obstáculos y a disfrutar cada momento de este camino. Gracias por cada palabra de aliento, por las risas en los momentos de tensión y por estar ahí cuando más los necesité. Sin ustedes, este viaje no habría sido el mismo.

A todos ustedes, mi más profundo agradecimiento. Esta tesis es el resultado de su amor, su apoyo y su fe en mí.

Estiven Orlando Montilla Martínez

Contenido

Nota de Aceptacion..... 3

Lista de figuras 10

Listado de Tabla 13

Introducción 15

1. El problema de investigación 19

1.1 Objeto de Investigación..... 19

1.2 Línea de Investigación 19

1.3 Sub línea de Investigación..... 19

1.4 Planteamiento del problema 19

1.5 Formulación del Problema 20

1.6 Objetivos 21

1.6.1 Objetivo General..... 21

1.6.2 Objetivos Específicos 21

1.7 Justificación..... 21

1.8 Delimitación 22

2. Tópicos del Marco Teórico..... 23

2.1 Antecedentes 23

2.2 Curva de demanda de energía eléctrica en sector residencial – Diagnóstico energético para la obtención de curvas de demanda de los bloques A y B del campus Matriz de la Universidad Técnica de Cotopaxi. 23

2.2.1 Caracterización y análisis de la demanda de energía eléctrica en las ZNI del departamento de Nariño 23

2.2.2 Sistema de corrección de parámetros de calidad de la energía en la red eléctrica de la I.U. CESMAG bajo normatividad CREG..... 24

2.2.3 Implementación de un medidor de consumo de energía eléctrica para fomentar el ahorro en consumidores residenciales 25

2.2.4 Diseño e implementación de un prototipo de medidor inteligente monofásico para el monitoreo de energía en hogares empleando internet de las cosas 25

2.2.5 Desarrollo de dispositivo de medición energética residencial para uso en proyección de demanda 26

2.3 Enunciado de los supuestos teóricos. 27

2.3.1 Caracterización de la energía 27

2.3.2 Curva de demanda 28

2.3.3 Demanda eléctrica 28

2.3.4 Análisis estadístico de una curva 29

2.4 Definición de conceptos 30

2.4.1 Definición nominal de conceptos: 30

En la investigación la variable a tener en cuenta es la potencia eléctrica (P) que se define como la tasa de trasferencia de energía eléctrica y se mide en vatios (W). 30

2.4.2 Definición operativa de conceptos 30

2.5 Hipótesis 32

2.5.1 Hipótesis de investigación 32

2.5.2 Hipótesis nula 32

2.5.3 Hipótesis alternativa 32

3. Metodología 33

3.1 Enfoque 33

3.2 Paradigma 33

3.3 Método 33

3.4 Tipo de investigación 33

3.5 Diseño de investigación 33

3.6 Universo 34
3.7 Muestra 34
3.8 Técnicas de recolección de información 34
3.8.1 Principio de funcionamiento 34
3.8.2 Validez de las técnicas de recolección de la información 35
3.8.3 Confiabilidad de las técnicas de recolección 35
3.9 Instrumentos de Recolección de la Información 36
4. Resultados 37
4.1 Dispositivo de medición de potencia hasta 12kW 37
4.1.1 Desarrollo de un dispositivo de medición de potencia hasta 12 KW para el bloque Holanda e Italia. 37
4.1.2 Diseño de circuito en PCB 61
4.1.3 Pruebas finales de funcionamiento 62
4.1.4 Tabla comparativa de datos de prueba 65
4.2 Generar un repositorio de datos de consumo energético que corresponde al voltaje, corriente y potencia. 67
4.2.1 Clasificación y caracterización de la demanda energética 69
4.2.2 Comportamiento de la demanda energética 71
5. Análisis y discusión de los resultados 79
5.1.1 Presentación de datos de error en equipo patrón y dispositivo propuesto 79
5.1.2 Análisis de error en las mediciones de voltaje 83
5.1.3 Análisis de error en las mediciones de corriente 83
5.2 Análisis general del conjunto de datos 84
5.2.1 Cantidad total de datos medidos 84
5.2.2 Cantidad de Outliers 85
5.3 Evaluación del consumo energético 85

5.3.1 Promedios de energía por día 85
5.3.2 Potencia máxima, mínima y promedio por día 89
5.3.3 Promedio de energía total por día 92
5.3.4 Promedio de energía inactiva y laboral por día 92
5.3.5 Promedio de energía semanal 94
5.4 Análisis detallado de patrones u horarios 95
5.4.1 Días de mayor consumo de energía 95
5.5 Relación entre caracterización energética y registro de equipos 96
5.5.1 Comparación entre la estimación teórica y medición de equipo patrón 96
5.5.2 Comparación entre la estimación teórica y medición de dispositivo propuesto 98
5.6 Comparativa de equipo patrón y dispositivo propuesto 99
5.6.1 Diferencia porcentual entre equipo patrón y dispositivo propuesto 100
5.6.2 Análisis Comparativo económico del dispositivo propuesto 100
6. Conclusiones 103
7. Anexos 107
Referencias 156

Lista de figuras

Figura 1..... 28
Representación curva de demanda en factores de potencia eléctrica y tiempo..... 28
Figura 2..... 29
Comportamiento de energía diaria. 29
Figura 3..... 37
Proceso de funcionamiento del prototipo..... 37
Figura 4..... 39
Desarrollo de un dispositivo de medición de potencia..... 39
Figura 5..... 40
Módulo de adquisición de datos ESP32..... 40
Figura 6..... 40
Conversor analógico a digital..... 40
Figura 7..... 41
Módulo de Arduino micro SD..... 41
Figura 8...... 42
Módulo reloj RTC1307 42
Figura 9..... 42
Sensor de voltaje ZMPT101B 42
Figura 10..... 45
Sensor de corriente SCT-013..... 45
Figura 11..... 50
Ecuación y comportamiento del sensor 1..... 50
Figura 12..... 51
Ecuación y comportamiento del sensor 2..... 51
Figura 13..... 55
Montaje de Componentes..... 55
Figura 14..... 56
Montaje físico y puesto de trabajo..... 56
Figura 15..... 57

Comparación valor de voltaje 57
Figura 16 59
Tipos de Bombilla para pruebas 59
Figura 17 60
Obtención de valores de corriente por sensor 60
Figura 18 61
Muestra de diseño y conexiones en PCB 61
Figura 19 61
Modulo terminado y ensamblado 61
Figura 20 63
Pruebas con dispositivo de referencia HIOKI 63
Figura 21 63
Pruebas de valores – ley de watt (1 bombillo) 63
Figura 22 64
Pruebas de valores – ley de watt (2 bombillos) 64
Figura 23 64
Pruebas de valores – ley de watt 64
Figura 24 65
Pruebas de valores equilibrada 65
Figura 25 68
Instalación Hioki 3197 68
Figura 26 69
Dispositivos conectados en simultaneo 69
Figura 27 72
Comportamiento del voltaje entre equipo patron y dispositivo propuesto 72
Figura 28 73
Comportamiento de corriente Fase 1 Hioki con dispositivo propuesto 73
Figura 29 74
Comportamiento de corriente Fase 2 Hioki con dispositivo propuesto 74
Figura 30 74
Comportamiento de corriente Fase 3 Hioki con dispositivo propuesto 74

Figura 31..... 75
Comportamiento de potencia Fase 1 equipo patron con dispositivo propuesto 75
Figura 32..... 76
Comportamiento de potencia Fase 2 equipo patron con dispositivo propuesto 76
Figura 33..... 77
Comportamiento de potencia Fase 3 equipo patron con dispositivo propuesto 77
Figura 34..... 78
Sumatoria de potencias..... 78
Figura 35..... 90
Comparativa potencia máxima y mínima para cada día dispositivo patron..... 90
Figura 36..... 91
Comparativa potencia máxima y mínima dispositivo propuesto 91
Figura 37..... 94
Diferencia de comportamiento de energía semanal..... 94
Figura 38..... 95
Promedio consumo energético semanal 95

Listado de Tabla

Tabla 1 41
Características tarjeta de adquisición de datos ADS1115 41
Tabla 2 42
Características sensor de voltaje ZMPT101B 42
Tabla 3 44
Valores de calibración 44
Tabla 4 45
Características Sensor de corriente SCT-013 45
Tabla 5 49
Datos de calibración sensor 1 49
Tabla 6 49
Datos de calibración sensor 2 49
Tabla 7 66
Comparativa de datos de corrientes con diferentes cargas. 66
Tabla 8 66
Comparativa de datos de voltaje con diferentes cargas. 66
Tabla 9 69
Resultados de caracterización energética por piso Ed Holanda 69
Tabla 10 70
Resultados de caracterización energética por piso Ed Italia 70
Tabla 11 79
Error Operativo de variables 79
Tabla 12 83
Porcentaje de error de variables 83
Tabla 13 86
Promedio consumo energético 11/03/2025 86
Tabla 14 86
Promedio consumo energético 12/03/2025 86
Tabla 15 86

Promedio consumo energético 13/03/2025 86
Tabla 16 87
Promedio consumo energético 14/03/2025 87
Tabla 17 87
Promedio consumo energético 15/03/2025 87
Tabla 18 88
Promedio energético 16/03/2025 88
Tabla 19 88
Promedio energético 17/03/2025 88
Tabla 19 89
Potencia máxima y mínima por día - Dispositivo patrón 89
Tabla 20 90
Potencia máxima y mínima por día - Dispositivo propuesto 90
Tabla 22 93
Energía laboral e inactiva por día - Dispositivo patrón 93
Tabla 23 93
Energía Laboral e inactiva por día - Dispositivo propuesto 93
Tabla 24 94
Promedio de consumo semanal (kWh) 94
Tabla 25 96
Potencia total de edificios 96
Tabla 26 97
Estimación teórica vs estimación experimental 97
Tabla 27 98
Estimación teórica de potencia en los edificios 98
Tabla 28 99
Estimación teórica vs medición dispositivo propuesto 99
Tabla 29 100
Porcentaje de error entre equipo patrón y dispositivo propuesto 100
Tabla 30 101
Listado de componentes dispositivo propuesto 101

Tabla 31 107
Tabla de variables 11/Marzo/2025 107
Tabla 32 111
Tabla de variables 12/Marzo/2025 111
Tabla 33 117
Tabla de variables 13/Marzo/2025 117
Tabla 34 124
Tabla de variables 14/Marzo/2025 124
Tabla 35 131
Tabla de variables 15/Marzo/2025 131
Tabla 36 138
Tabla de variables 16/Marzo/2025 138
Tabla 37 144
Tabla de variables 17/Marzo/2025 144
Tabla 38 151
Tabla de variables 18/Marzo/2025 151

Introducción.

En un contexto donde el consumo eléctrico se ha vuelto crucial a la hora de optimizar energía y garantizar una sostenibilidad en el uso de recursos. En un entorno donde esta demanda energética global sigue en aumento, el contar con sistemas que permitan la medición de forma precisa es fundamental para poder gestionar este tipo de recursos, gestionando su consumo, conociendo su comportamiento y evitando perdidas. Se tiene en cuenta que pueden existir soluciones tradicionales de medición, pero estos sistemas siempre están basados en equipos industriales de alto costo, donde es un factor por el cual no siempre son accesibles para todos los usuarios.

Los sistemas convencionales de analizadores avanzados, son de extrema eficacia, pero siempre mantiene cierta desventaja por compatibilidad de sistema, complejidad, importación o costo de implementación. Por lo tanto, podría ser esta una limitante a la hora de adquirir tecnología para pequeños y medianos consumidores. Esto lleva a que sea necesario desarrollar más tecnologías innovadoras que permitan un fácil y accesible uso a la hora de poder conocer y caracterizar la demanda eléctrica sin necesidad de recurrir a equipos tan exclusivos.

En este contexto, la combinación de ciertos equipos electrónicos como sensores de corriente y voltaje como el SCT-013 y ZMPT101B y módulos de adquisición de datos como ESP32 se ofrece como una herramienta prometedora para la obtención de mediciones de corriente, voltaje y potencia. Los dispositivos son asequibles en el mercado y permite obtener datos en tiempo real, resultando muy útil a la hora de copilar un numero de datos específicos que ayuden a identificar patrones de consumo de energía y plantear planes de eficiencia energética.

Estos estudios se llevaron a cabo en los edificios Holanda e Italia de la Universidad CESMAG, donde se monitoreo un punto estratégico en el periodo de una semana, recolectando datos en tiempo real sobre el consumo eléctrico para posteriormente ser analizados y evaluar su comportamiento.

El uso de este modelo conlleva ventajas en comparación a ciertos métodos clásicos. Este sistema es una solución de bajo costo que puede ser implementada en diversos ámbitos residenciales y comerciales sin comprometer los circuitos establecidos. También permite una caracterización proporcionando datos de comportamiento de la demanda a lo largo de un tiempo establecido, facilitando la toma de decisiones sobre el uso de energía. La accesibilidad con

software comunes como hojas de cálculo permite ser trabajada con facilidad, evitando conflictos de versiones, programas o compatibilidad de sistemas.

1. El problema de investigación

1.1 Objeto de Investigación

Demanda energética de los Ed. Holanda e Italia en la sede centro de la Universidad CESMAG.

1.2 Línea de Investigación

Potencia y Energía

La línea de Potencia y Energía del programa de Ingeniería Electrónica de la Universidad CESMAG enfoca su trabajo en el estudio de la generación, trasformación, intercambio, trasporte, distribución, almacenamiento y consumo de energía eléctrica de manera absoluta o por unidad de tiempo, incluyendo del diseño, análisis, control y optimización de sistemas de electrónica de potencia. Las líneas de investigación incluyen Calidad de la Energía y Energías Alternativas. (Programa de ingenieria Electronica, 2015)

1.3 Sub línea de Investigación

Calidad de la energía

La línea de investigación en Calidad de la Energía se define como el estudio de las características eléctricas que afectan el correcto funcionamiento de un sistema eléctrico y por lo tanto el trabajo que desarrollan los usuarios. Estas características son tensión constante, frecuencia, forma de onda sinusoidal simétrica, sistema balanceado, entre otras. Aparece como un conjunto de límites en el comportamiento de los sistemas de potencia (eléctrico-electrónico) que permiten que un equipo funcione en la manera esperada sin afectar su desempeño y vida útil.

1.4 Planteamiento del problema

En los últimos años el consumo de energía eléctrica ha adquirido una relevancia creciente en el contexto de las instituciones de educación superior, tanto por costos operativos asociados a expansión de espacios o jornadas de trabajo y que exista un ideal de compromiso ambiental que estas entidades deben asumir. A nivel nacional, universidades y centros educativos enfrentan nuevos desafíos a la hora de tomar en cuenta sus balances de consumo para asi gestionar de

forma eficiente sus recursos energéticos debido a la variedad de actividades tanto académicas y administrativas.

En Colombia, las instituciones como la Universidad Distrital Francisco José de Caldas han podido evidenciar una variación significativa en el consumo energético de sus sedes, los cuales son atribuidas a factores como horarios académicos, paros estudiantiles, actividades laborales y pandemia. Según un análisis realizado entre 2016 y 2020, se observó que el consumo energético por la facultades y sedes puede variar notablemente dependiendo la actividad administrativa y estudiantil. (Universidad Distrital Francisco Jose de Caldas, 2020). reflejando así la importancia de entender y tomar en cuenta los patrones de demanda para optimizar el uso de la energía reduciendo sus costos de operación.

Para este caso en la Universidad CESMAG, se desconoce si el uso de la energía eléctrica sigue un patrón eficiente, dado que el consumo varía según horarios y jornadas laborales. Dificultando establecer medidas de control que permitan un uso racional de energía, optimizando este recurso. La falta de un sistema adecuado de medición de la energía impide identificar los momentos de mayor y menor consumo, dificultando la toma de decisiones para reducir desperdicios y promover el uso eficiente de este recurso, limitando el ideal de implementar estrategias sostenibles y energías renovables.

Es necesario implementar un sistema de medición de bajo costo que permita registrar y analizar en tiempo real los patrones de demanda eléctrica, permitiendo como herramienta inicial, abrir puertas de análisis y adopción de compromisos sostenibles alienadas con las necesidades de la universidad y su compromiso e interés con lo sustentable.

De continuar con esta situación, la universidad no podrá determinar si su consumo es eficiente o si existe alguna área en el cual pueda mejorar, traduciendo en costos innecesario y un impacto negativo sobre el compromiso institucional con la optimización.

1.5 Formulación del Problema

¿Cómo se comporta la curva de demanda eléctrica de los edificios Holanda e Italia de la Universidad CESMAG?

1.6 Objetivos

1.6.1 Objetivo General

Caracterizar la demanda energética en los edificios Holanda e Italia de la Universidad CESMAG

1.6.2 Objetivos Específicos

Desarrollar un dispositivo de medición de potencia hasta 100 amperios y 120 voltios para el bloque Holanda e Italia

Generar un repositorio de datos de consumo energético que corresponde al voltaje, corriente y potencia.

Analizar los datos de consumo energético.

1.7 Justificación

En la institución, la demanda de servicios públicos puede alcanzar niveles elevados, especialmente en consumo de energía eléctrica. Sin embargo, actualmente no se cuenta con estudios recientes que permitan comprender con precisión cómo se comporta esta demanda dentro de las instalaciones. Esta ausencia de información limita la toma de decisiones orientadas a la eficiencia energética y la implementación de estrategias sostenibles.

Dada esta situación, resulta fundamental caracterizar los patrones de consumo eléctrico a través de curvas de demanda obtenidas con datos actuales. Esta caracterización permitiría identificar horarios de mayor y menor uso, posibles excesos y oportunidades para optimizar el uso de los recursos disponibles. Sin sistemas accesibles de monitoreo ni registros actualizados, resulta complejo aplicar medidas correctivas que respondan a las necesidades reales de la institución.

La presente investigación propone una solución práctica: el uso de sensores de bajo costo para monitorear el consumo energético en los bloques institucionales. Esta iniciativa tiene como propósito generar datos estadísticos reales, facilitar la comprensión del comportamiento eléctrico y demostrar la viabilidad de tecnologías accesibles que podrían replicarse en otras áreas de la universidad.

A través de esta propuesta, se espera aportar una base técnica que facilite la observación y comprensión del comportamiento energético en la institución. aportando una herramienta inicial

para observar y analizar el comportamiento del consumo energético en la universidad. Asimismo, se espera que este tipo de iniciativas motiven el interés de la comunidad universitaria por el consumo energético, incentivando al personal estudiantil y docente a generar propuestas que fortalezcan y den continuidad a este tipo de proyectos, con miras a forjar un ideal institucional de sostenibilidad.

1.8 Delimitación

El desarrollo de la investigación correspondió en las instalaciones de la Universidad Cesmag – sede centro, por la iniciativa y procesos previos hechos anteriormente, ya que la institución permite la ejecución de proyectos que incentiven el progreso y avance mutuo de universidad y estudiantes como sociedad. En la investigación, se tuvo en cuenta la atracción de identificar el comportamiento de la energía en el bloque Holanda de la universidad de acuerdo a parámetros establecidos como el tiempo de tomas de datos y cantidad. En cuanto a las técnicas de toma de datos se plantea el uso de plataformas electrónicas de código abierto por presupuesto y accesibilidad en cuanto a su lenguaje, también el uso de sensores de corriente y voltaje. La caracterización y análisis de datos se trabaja por medio de software Excel por la contabilidad y fácil edición en cuanto a la administración y manejo de información (datos).

2. Tópicos del Marco Teórico

2.1 Antecedentes

2.2 Curva de demanda de energía eléctrica en sector residencial – Diagnóstico energético para la obtención de curvas de demanda de los bloques A y B del campus Matriz de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

Este trabajo de grado fue realizado por Guananga y Chávez (2021) de la universidad Técnica de Cotopaxi de Ecuador.

En él se toma en cuenta la importancia de identificar los cambios en el consumo de energía eléctrica y como tratar los datos de la demanda eléctrica para planificar proyectos de energías renovables. Se recalca que los edificios universitarios son importantes en la demanda de electricidad, por lo que se propone un método estadístico para caracterizar las curvas de demanda eléctrica mensuales y anuales, basadas en datos históricos recolectados durante 5 años. Los datos de consumo de energía son importantes para resolver servicios energéticos, pero los datos brutos pueden contener datos atípicos que distorsionan la efectividad del método.

El método propuesto se enfoca en determinar los patrones de demanda eléctrica, la detección de datos típicos y atípicos, y el análisis de la variabilidad de la demanda tanto mensual como anual. Para distinguir los datos típicos y atípicos se aplicó el método de distribución normal, lo que produjo un conjunto de datos normalizados. El método estadístico ha sido validado y demostrado que caracteriza los datos de la demanda eléctrica con alta confiablidad, y puede emplearse para el procesamiento de los datos proporcionados por los medidores inteligentes que actualmente se están implementando en la institución.

2.2.1 Caracterización y análisis de la demanda de energía eléctrica en las ZNI del departamento de Nariño

Este trabajo de grado fue realizado por Velásquez (2015) de la universidad de Nariño en el año 2015.

El proyecto describe soluciones energéticas en zonas no interconectadas (ZNI) del Pacífico Nariñense en Colombia, para lo cual se realiza una caracterización de la demanda energética de las ZNI del pacifico Nariñense recolectando información primaria en los municipios de

Mosquera y Tumaco a través de encuestas y equipos de medición de energía eléctrica. Los datos obtenidos se procesaron en tablas de Excel y se calcularon valores promedio, máximos, mínimos y porcentajes de participación para estimar el consumo de energía y demás variables que reflejan las condiciones en que se encuentran las zonas de estudio a nivel local y de región.

Además, se realizaron posibles relaciones entre las variables para determinar aquellas que más influyen en la demanda de energía eléctrica. Los resultados del estudio indican que el consumo básico de subsistencia de las viviendas en estas zonas es de 62kWh/mes, basado en los electrodomésticos más comunes de la región. Los datos obtenidos en las encuestas se evaluaron en los modelos de demanda de energía eléctrica obtenidos en el Plan de Energización Rural Sostenible PERS-Nariño, obteniendo así valores más reales del consumo de energía en las viviendas de estas poblaciones.

El proyecto ALTERNAR busco proporcionar soluciones energéticas sostenibles en zonas no interconectadas del pacífico Nariñense en Colombia. para lograr esto, se llevó a cabo un estudio de la demanda energética en las zonas de estudio, utilizando herramientas como encuestas y equipos de medición de energía eléctrica. Los resultados del estudio se procesaron y se utilizaron para establecer el consumo de energía en las viviendas de estas poblaciones, lo que permite una mejor planificación de la oferta de energía en estas zonas.

2.2.2 Sistema de corrección de parámetros de calidad de la energía en la red eléctrica de la I.U. CESMAG bajo normatividad CREG

En esta investigación realizada por Delgado y Melo (2017) de la universidad CESMAG en el año 2017 se basó con un objetivo brindar apoyo a la Institución Universitaria CESMAG al proporcionarle información sobre el funcionamiento eléctrico conforme a las regulaciones de la Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG). El estudio de la calidad de la energía en la red eléctrica de la institución permite conocer y corregir cualquier parámetro anómalo, si fuera necesario. La implementación de un sistema que cumpla con las normas de la CREG para la corrección de parámetros de calidad de energía resultara en una mejora en los costos operativos.

El proyecto se desarrolló mediante la investigación de los indicadores de calidad de energía y los conceptos necesarios para comprender el funcionamiento de una red eléctrica. Para ello, se examinó la estructura de la red eléctrica de la institución y se determinaron los puntos de medición para llevar a cabo el análisis operativo. Se realizaron mediciones utilizando el analizador de redes eléctricas HIOKI 3197 durante varios días, en las 3 ramas que conforman la

institución, ya que el sistema eléctrico está dividido en 3 nodos principales (Ed. San Francisco, Ed. Holanda e Italia y Sede B). se realizó el análisis de los datos registrados para estas mediciones que permitan identificar los eventos y los fenómenos asociados.

Las soluciones posibles se basaron en utilizar un filtro y un dispositivo de restauración de voltaje dinámico para solucionar los problemas identificados en la red. Estas soluciones se simularon en software para examinar y analizar los resultados finales.

2.2.3 Implementación de un medidor de consumo de energía eléctrica para fomentar el ahorro en consumidores residenciales

La investigación realizada por Pablo Eduardo Llimiquinga Eras (2021) de la escuela Politécnica Nacional, se desarrolló e implemento un medidor de consumo de energía eléctrica con el propósito de fomentar el ahorro de energía en los usuarios residenciales. Este sistema permite conocer al usuario en tiempo real tanto el valor económico como sus mediciones de consumo, además en cuanto a datos pueden ser registrados en la nube.

El proyecto se centró en el diseño del módulo de medición basado en microcontrolador ESP32, sensores de corriente y voltaje, una pantalla TFT y su base de datos para registro y visualización de datos. Se diseñaron los circuitos y un case impreso en 3D para adaptar el sistema, el cual fue instalado en un domicilio real para su validación.

Las pruebas realizadas permitieron comparar el resultado con medidores comerciales y planillas eléctricas, obteniendo un margen de error inferior al 5%. El sistema proporciona una interfaz gráfica permitiendo que el usuario pueda visualizar potencia, voltaje, corriente y energía consumida y su costo, lo que convierte en una herramienta eficaz para modificar hábitos de consumo y promover la eficiencia energética

2.2.4 Diseño e implementación de un prototipo de medidor inteligente monofásico para el monitoreo de energía en hogares empleando internet de las cosas

En esta investigación realizada por Quilla Cruz (2023) de la Universidad Católica de Santa María, se tuvo como objetivo diseñar e implementar un prototipo de medidor inteligente monofásico para el monitoreo de energía en hogares, empleando tecnología de Internet de las Cosas (IoT). Este trabajo se orientó a facilitar tanto a los usuarios como a las empresas distribuidoras un control más eficiente del consumo energético.

El proyecto se desarrolló mediante una metodología de investigación aplicada, iniciando con la revisión bibliográfica sobre conceptos eléctricos, tecnologías IoT, sensores y plataformas digitales. Posteriormente, se seleccionaron los sensores de voltaje (ZMPT101B) y corriente (SCT-013), además del microcontrolador ESP32 y otros componentes necesarios para la adquisición y transmisión de datos. Se diseñó una placa de circuito impreso (PCB), una carcasa 3D para el prototipo y se implementó firmware utilizando FreeRTOS. La plataforma Thinger.io fue empleada para la visualización remota de los datos.

Las pruebas realizadas permitieron validar la precisión de las mediciones de voltaje, corriente, potencia y energía, observando un comportamiento estable del sistema. Además, se implementó la funcionalidad OTA (Over The Air) para actualizar el firmware remotamente.

La solución planteada contribuye a una gestión más eficiente del consumo energético doméstico y representa una alternativa de bajo costo y gran utilidad en entornos educativos y residenciales.

2.2.5 Desarrollo de dispositivo de medición energética residencial para uso en proyección de demanda

En esta investigación realizada por Sandoval Aquea (2022) en la Universidad de Chile se desarrolló un dispositivo de medición de energía residencial con el objetivo de apoyar la proyección de demanda eléctrica en contextos habitacionales chilenos. El proyecto se enmarca como una primera etapa para la adaptación del modelo estocástico CREST, originalmente diseñado para el Reino Unido, a la realidad chilena, considerando las diferencias en hábitos de consumo, tecnología y clima.

El dispositivo fue diseñado utilizando la plataforma Arduino Mega 2560, junto con sensores de corriente YHDC SCT-013-030 y voltaje ZMPT101B, permitiendo la medición de parámetros como corriente, voltaje, potencia activa y aparente. La información recolectada se registra en una tarjeta SD mediante un módulo Data Logging Shield, lo cual otorga independencia y autonomía al sistema. Además, se diseñó una encuesta de uso energético en Google Forms, en la cual los usuarios debían registrar el encendido y apagado de cargas eléctricas, permitiendo así cruzar datos técnicos con patrones de comportamiento.

Se realizaron pruebas experimentales en el domicilio del autor, recopilando datos durante dos días y validando el correcto funcionamiento del dispositivo al compararlo con las consignas entregadas en la encuesta. Esta dualidad de información – técnica y conductual – permitió

caracterizar el consumo energético residencial de forma integral y sentar las bases para futuras mediciones que alimenten modelos de simulación como el CREST.

El sistema desarrollado representa una herramienta útil y de bajo costo para la caracterización de la demanda eléctrica, con potencial de aplicación en estudios de planificación energética, eficiencia y adaptación de redes eléctricas a escenarios con energías renovables y nuevas tecnologías como la movilidad eléctrica.

2.3 Enunciado de los supuestos teóricos.

2.3.1 Caracterización de la energía

Según el artículo presentado por la Universidad Nacional de Colombia (2007) se entiende por caracterización como la descripción de las características principales del consumo de energía final, las cuales son: promedios de consumo, equipos empleados en servicio, curvas de carga eléctrica, tipos de servicios, etc.

Para este caso se refiere a una energía eléctrica comercial, porque se basa en medir o cuantificar el consumo de un edificio. Esto incluye la determinación de la cantidad de electricidad utilizada en un período de tiempo determinado, así como el análisis de los patrones de consumo energético a lo largo del tiempo. El proceso implica la recopilación y análisis de datos sobre la demanda energética y condiciones que pueden influir en esta.

Su importancia se da en planificación y diseño de sistemas de energía, ya que permite a un personal profesional entender la necesidad energética de un nicho en especial. Esto ayuda a identificar puntos donde se pueden necesitar mejoras en eficiencias o mayor capacidad de energía.

La metodología empleada se basa en un análisis de tendencia temporal, donde segun (Valencia, s.f.) explica que “una serie temporal, serie cronológica, serie histórica o serie de tiempo a una sucesión de observaciones de variable ordenadas en el tiempo”

Este método estadístico realiza una recopilación de datos que permitan detectar el patrón de demanda eléctrica de acuerdo a la variabilidad de las temporadas en la que los datos fueron tomados, con alta demanda o baja demanda.

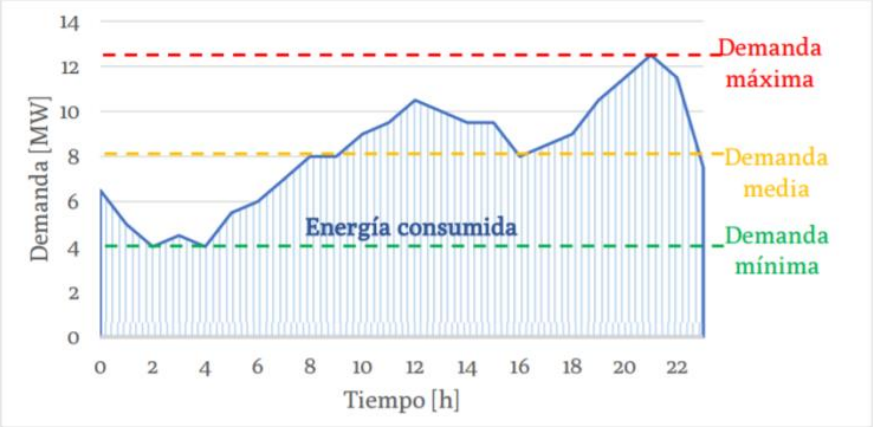
2.3.2 Curva de demanda

Según Guananga y Chávez (2021), la curva de demanda representa de forma visual una cantidad de energía que fue consumida en función de un tiempo determinado (hora, día, semana o año), el resultado es una figura con variación de carga eléctrica.

Es importante destacar que se pueden obtener tres parámetros clave como demanda máxima, media o mínima, al cual según (Gomez, 2011) la demanda máxima es el mayor valor que se presenta en un lapso especificado. La demanda mínima es el mínimo valor de potencia que se registra en un intervalo de tiempo relativamente.

Figura 1

Representación curva de demanda en factores de potencia eléctrica y tiempo



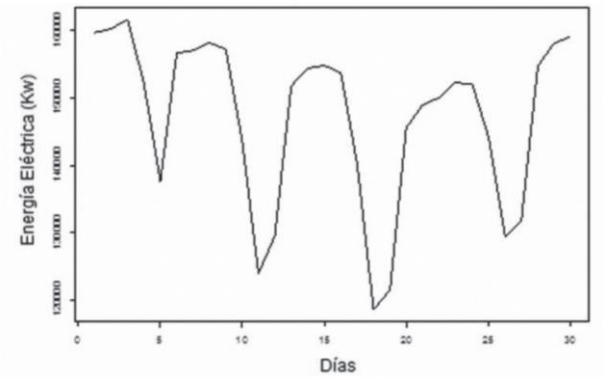
Nota. En la figura anterior se observa un ejemplo de la representación de la potencia eléctrica sobre el tiempo, en este caso en horas, el consumo eléctrico en este caso sería el área bajo la curva. Curva de demanda, Fuente: Guananga y Chávez

2.3.3 Demanda eléctrica

La demanda eléctrica de un sistema se refiere a la cantidad de electricidad, para este caso "es la cantidad de potencia eléctrica que un consumidor utiliza en un periodo de tiempo" (Barroso, 2023)

Figura 2

Comportamiento de energía diaria.



*Nota***.** Se observa un comportamiento de energía eléctrica, determinado en intervalos de tiempo en (días) por un mes en total. Fuente: Tabares et al. (2014)

2.3.4 Análisis estadístico de una curva

Este análisis estadístico se basa en la obtención de una curva y aplicar el uso de técnicas cuantitativas que permitan generar una evaluación del comportamiento de los datos representados. Una de las herramientas comunes se basa en el análisis de series de tiempo, el que facilita la evaluación de como varia un conjunto de datos en la función de tiempo especifica. Este aspecto es útil para poder identificar patrones recurrentes, estacionales o tendencias a largo plazo, lo cual sirve específicamente para observar el comportamiento sobre la demanda eléctrica.

El análisis de tendencias temporales es importante para poder comprender la dinámica de la demanda eléctrica en diferentes intervalos temporales. Como horas, días, semanas o meses.

Este análisis permite detectar variaciones o fluctuaciones periódicas que pueden ser relacionadas con el comportamiento de un consumidor. Según Box et al. (2015), el uso de series de tiempo proporciona una buena forma para predecir demandas, basado en datos históricos. La identificación de patrones ayuda a optimizar los recursos energéticos y mejorar una planificación de sistemas eléctricos.

El patrón de estudio permite poder detectar y analizar máximos o mínimos de demanda, evaluar el comportamiento de datos en diferentes momentos del día o distintos periodos del año, permitiendo comparar los datos obtenidos validando el sistema bajo un análisis requerido.

2.4 Definición de conceptos

2.4.1 Definición nominal de conceptos:

En la investigación la variable a tener en cuenta es la potencia eléctrica (P) que se define como la tasa de trasferencia de energía eléctrica y se mide en vatios (W).

La energía eléctrica se genera a partir del movimiento de electrones a través de un material que sea conductor, alimentando el dispositivo eléctrico. Esta variable se mide en vatio-hora (Wh) y kilovatio-hora (kWh). (McAllister, s.f.)

2.4.2 Definición operativa de conceptos

La potencia entregada se medirá por medio de un dispositivo electrónico que permite adquirir estos datos de acuerdo a un tiempo estimado.

2.4.2.1 Potencia Eléctrica – Ley de Watt

Para algunos de los cálculos en el proceso de toma de datos, se basó ampliamente en la teoría de ley de Watt, donde establece una relación al trabajo realizado en este caso, ya que existe amplia relación entre voltaje, potencia y corriente de un sistema.

Esta hace referencia a la potencia eléctrica de un componente electrónico o dispositivo el cual define como la potencia consumida por la carga es directamente proporcional la voltaje suministrado y corriente que circula por este. (LATAM, 2021)

De esta manera maneja operatorias las cuales permiten encontrar la potencia eléctrica (P) de acuerdo a las siguientes formulas:

$$P = V \times I \quad (1)$$

Donde:

P: Potencia Eléctrica

V: Voltaje

I: Corriente

2.4.2.2 Ley de Watt

La medición de potencia se tendrá en cuenta desde la operatividad de la tarjeta Arduino, ya que los parámetros de corriente y voltaje serán obtenidos por los sensores (SCT013) el cual permite medir corriente (**I**) el edificio sin ser invasivo, (ZMPT101B) permite monitorear una red de voltaje (**V**) obteniendo su respectiva medición.

Con los parámetros anteriores se puede calcular un valor de consumo, por lo cual la potencia obtenida al operar las variables permite obtener un valor relacionado al consumo de energía, obteniendo:

$$Energía\ consumida = Potencia\ x\ Tiempo \quad (2)$$

2.4.2.3 Factor de potencia

El factor de potencia (FC) es un parámetro relevante en la investigación al momento de evaluar la eficiencia de un sistema eléctrico de corriente alterna. Su importancia se basa en poder determinar si la energía que se consume se está aprovechando o si se está perdiendo. Se representa de la siguiente manera:

$$FC = \frac{P}{S}$$

2.4.2.4 Potencia Activa

La potencia activa (P) se mide en Watts (W) y representa la potencia eléctrica real que un sistema o dispositivo consume para realizar un trabajo. Es la que se convierte efectivamente en energía.

2.4.2.5 Potencia Aparente

Esta es una variable la cual representa la potencia eléctrica total disponible en una red eléctrica, la cual se compone de potencia activa y potencia reactiva.

2.5 Hipótesis

2.5.1 Hipótesis de investigación

Para los bloques Holanda e Italia, a pesar de que existe una jornada nocturna, el consumo máximo de energía ocurre durante la jornada de la tarde por existir mayor carga académica y el uso intensivo de equipos, lo que contradice la creencia de que la demanda aumenta por el uso de iluminación en horarios nocturnos.

2.5.2 Hipótesis nula

El consumo máximo de energía en los bloques Holanda e Italia no varía entre la tarde y la noche, y la jornada nocturna tiene un impacto similar o mayor en la demanda energética debido al uso de iluminación.

2.5.3 Hipótesis alternativa

El consumo máximo de energía en el entorno universitario ocurre durante la tarde, a pesar de la existencia de jornada nocturna, debido a la mayor actividad académica y uso intensivo de equipos, superando así el consumo energético de la noche.

3. Metodología

3.1 Enfoque

El enfoque de esta investigación se basa en forma cuantitativa, porque se obtienen variables y datos que se analizan de forma numérica, por lo tanto, los resultados obtenidos serán organizados para determinar paramentos de comportamiento especifico.

3.2 Paradigma

Como lo mencionan Hernández, Fernández y Baptista (2014) el paradigma neopositivista y con enfoque cuantitativo permite la recolección y análisis de datos en cuanto a parámetros de demanda de los bloques de la Universidad CESMAG en donde se emplea la medición exhaustiva y controlada para la organización de los datos.

Así mismo, este modelo permite obtener la validez para el desarrollo de esta investigación por medio de métodos estadísticos y cuantitativos para la caracterización de la demanda energética en los bloques.

3.3 Método

El método de esta investigación es empírico-analítico, también llamado método científico. Debido a que la investigación se fundamenta en la obtención y análisis estadísticos como paso previo a la organización y caracterización de las variables determinadas (Hernández, et al. 2014).

3.4 Tipo de investigación

Esta investigación es de carácter descriptivo como lo menciona Hernández, et al. (2014) este tipo de estudio busca explicar las propiedades y características de las variables obtenidas por medio del dispositivo electrónico. Esto permite especificar las variables relacionadas con el tema de investigación las cuales son: Potencia, Corriente, Voltaje y energía.

3.5 Diseño de investigación

En la investigación propuesta corresponde a un diseño no experimental trasversal, se tiene en cuenta que la práctica no tiene manipulación de variables, porque se basa en observar el

comportamiento de ciertos parámetros de energía en etapas de tiempo distintas, en el periodo semestral donde el consumo es mayor que en un periodo inter semestral, la cual el consumo es menos.

3.6 Universo

Consumo energético del edificio Holanda e Italia de la universidad Cesmag – sede centro.

3.7 Muestra

Consumo energético del edificio Holanda e Italia de la universidad Cesmag – sede centro

3.8 Técnicas de recolección de información

Observación directa: La información que se necesita se obtuvo por medio del sistema a implementar con modulo ESP32 y los sensores de referencia (SCT013) el cual permite medir la corriente en el edificio sin ser invasivo, (ZMPT101B) permite monitorear una red de voltaje obteniendo su respectiva medición. los datos arrojados de los sensores mencionados se implementan en programación para que la placa realice operatoria que nos permita obtener porcentajes y caracterizar el comportamiento de la demanda eléctrica, además, se hizo uso de un dispositivo analizador de calidad de energía HIOKI el cual sirve para poder comparar los datos obtenidos y verificar el porcentaje de error entre las mediciones del sistema y valores de referencia.

3.8.1 Principio de funcionamiento

3.8.1.1 Dispositivo de medición

Es el conjunto de componentes el cual, por medio de la programación, permitió llevar a cabo la operatoria con los datos obtenidos de los sensores. El lenguaje de programación se llevó a cabo por medio del módulo ESP32, este internamente toma los datos del sensor de voltaje (ZMPT101B) y corriente (STC-013), la operación respectiva da como resultado un valor de potencia el cual se ve reflejada en una pantalla LCD.

La estructura resultante permite tener una fácil portabilidad para conexiones en cuanto a medición de voltaje cuyos caimanes pueden ser conectados y de igual forma los sensores de corriente se usarían de la misma forma con los puertos asignados en el dispositivo.

3.8.2 Validez de las técnicas de recolección de la información

La observación directa confirma una obtención de datos cada cierto tiempo, en este caso un promedio de cada 5 minutos, estableciendo la posibilidad de que los valores sean almacenados por registro de fechas y hora.

La confiabilidad se basa en aspectos como el procesamiento interno de la placa ESP32 ya que su programación permite recibir y realizar la operación al instante y estos resultados serán previamente comprobados para verificar un comportamiento y operatoria eficaz.

Con el sensor (SCT013) se puede colocar alrededor del cable gracias a su forma de pinza, se caracteriza por el sencillo acoplamiento y capacidad de medir la corriente alterna es hasta de 100 (A).

El sensor (ZMPT101B) soporta voltajes de entrada de hasta 120 (V) soporta hasta 20 (A) por lo que se puede usar en ámbitos domésticos, además su alimentación va acoplada con mismo voltaje de la placa Arduino.

3.8.2.1 Dispositivo de Referencia

Analizador de energía HIOKI es un dispositivo de precisión que se utiliza como referencia en la obtención de datos eléctricos. Este equipo permite realizar mediciones de corriente, voltaje y potencias las cuales son las principales para esta investigación, el dispositivo facilito el monitoreo de energía. Por su confiabilidad, se empleó para este estudio permitiendo comparar las lecturas del sistema desarrollado, Las mediciones permiten determinar la estabilidad y exactitud de los valores recopilados.

3.8.3 Confiabilidad de las técnicas de recolección

La observación directa confirma una obtención de datos cada cierto tiempo, en este caso un promedio de cada 5 minutos, estableciendo la posibilidad de que los valores sean almacenados por registro de fechas y hora.

La confiabilidad se basa en aspectos como el procesamiento interno del módulo ESP32 ya que su programación permite recibir y realizar la operación al instante y estos resultados serán previamente comprobados para verificar un comportamiento y operatoria eficaz.

Con el sensor (SCT013) se puede colocar alrededor del cable gracias a su forma de pinza, se caracteriza por el sencillo acoplamiento y capacidad de medir la corriente alterna es hasta de 100 (A).

El sensor (ZMPT101B) soporta voltajes de entrada de hasta 120 (V) soporta hasta 20 (A) por lo que se puede usar en ámbitos domésticos, además su alimentación va acoplada con mismo voltaje de la placa Arduino.

3.9 Instrumentos de Recolección de la Información

Los datos que se obtengan con el dispositivo implementado y los sensores de voltajes ZMPT101B, sensor de corriente alterna SCT013, se recolectarán después de un tiempo de medición y serán registrados en el software de hojas de cálculo Microsoft Excel.

4. Resultados

4.1 Dispositivo de medición de potencia hasta 12kW

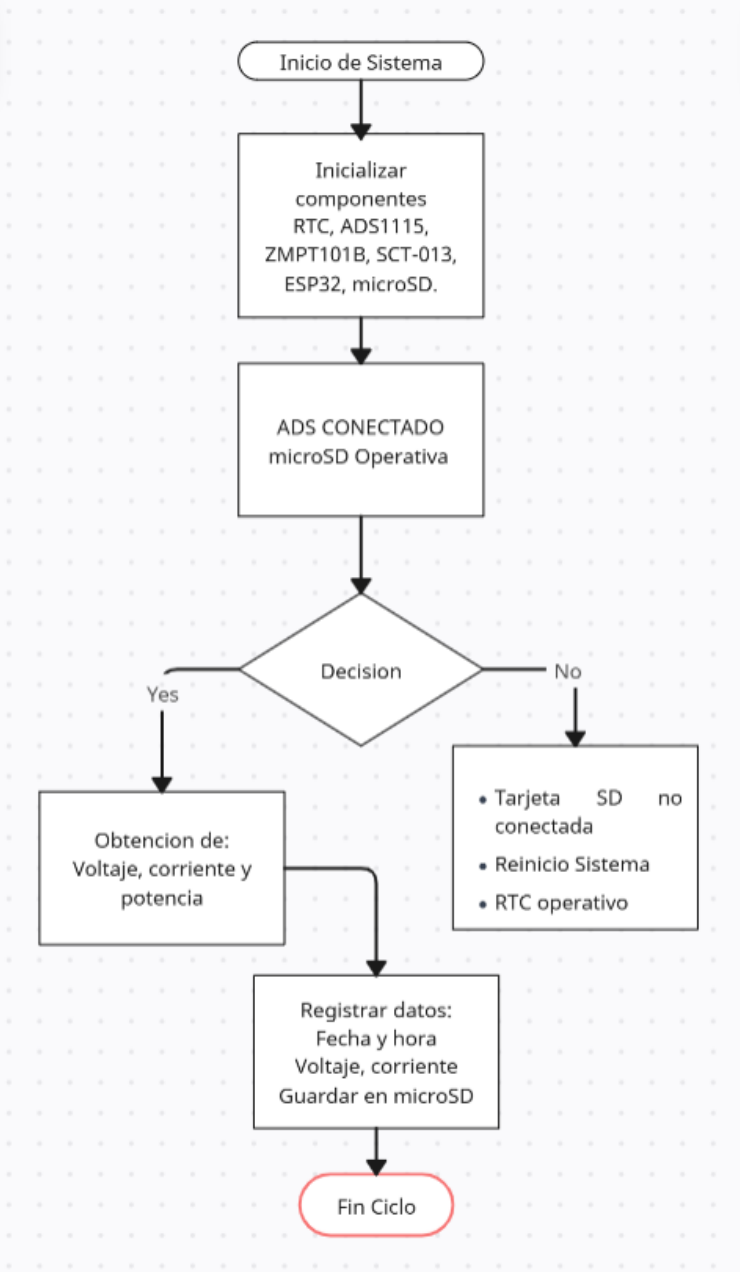
4.1.1 Desarrollo de un dispositivo de medición de potencia hasta 12 KW para el bloque Holanda e Italia.

El diseño de un dispositivo de medición de potencia representa para este caso un fuerte interés por la misma elaboración e implementación de la electrónica, en este caso acoplada a la demanda energética. Comúnmente los dispositivos de mediciones de potencia tienen a tener un factor económico elevado y con dificultades de obtención por importación o usabilidad, el interés directo por conocer más el comportamiento de la demanda energética permitió proponer una idea del desarrollo del dispositivo que emplea para este caso sensores más accesibles en el mercado y una misma tecnología llevadera, mucho más aun para estudiantes de electrónica el cual podrían familiarizar, comprender con facilidad y hasta programar de acuerdo a la necesidad especifica

Este sistema combina componentes que son fácilmente reconocidos como ESP32, una placa de fácil manejo y portabilidad, permitiendo así su modificación de códigos de lectura de acuerdo a las necesidades requeridas, con una opción de portabilidad de datos a la hora de configurar su conectividad por medio de wifi o la transcripción de datos en archivos de lectura o tablas numéricas por medio de memorias SD, facilitando así la obtención y manejo de los datos sin necesidad de programas externos o versiones específicas de software, que a la larga puede limitar el trabajo.

Figura 3

Proceso de funcionamiento del prototipo



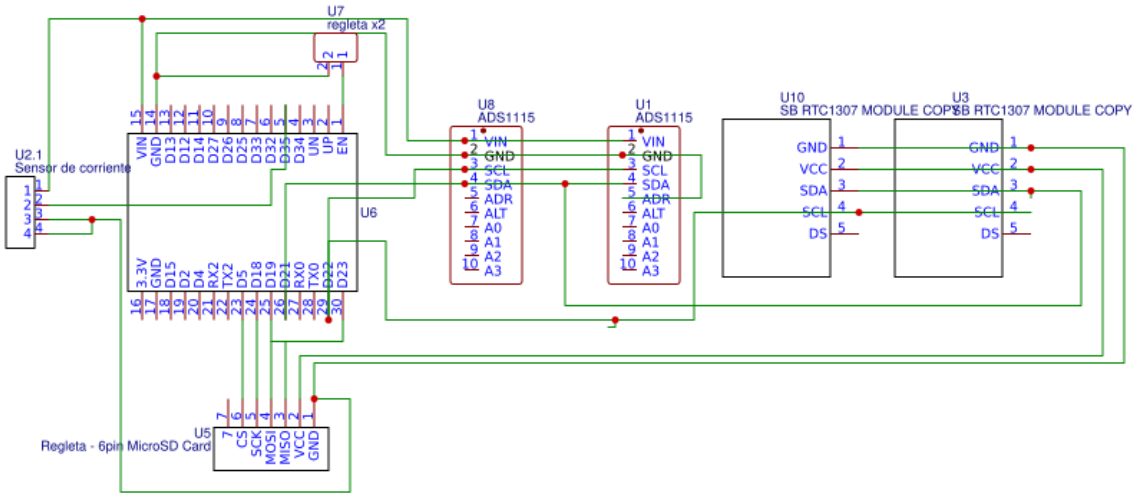
El diagrama presentado describe el flujo de un sistema de monitoreo eléctrico automatizado, este tiene como objetivo principal el registro de datos de voltaje, corriente y potencia en el tiempo real. Este sistema inicia con la inicialización de hardware clave, que incluye un reloj de tiempo real (RTC1307), conversor analógico – digital (ADS1115), sensor de voltaje (ZMPT101B) y corriente (SCT-013), una tarjeta de adquisición de datos (ESP32) y una tarjeta de almacenamiento microSD.

Posteriormente se verifica la conexión y funcionalidad de los elementos esenciales (ADS1115, RTC y microSD). Si estos estos operativos, el sistema procede a obtener lecturas de

los parámetros eléctricos, que son registrados con la fecha y hora en un archivo plano para guardar en microSD. En caso de falla, el sistema reinicia su operación mientras asegura la continuidad del tiempo RTC. Este flujo asegura la continuidad del ciclo en cuanto a almacenamiento de datos.

Figura 4

Desarrollo de un dispositivo de medición de potencia



En la figura número 4 se presenta las interconexiones entre los componentes principales del sistema de medición diseñado: el módulo de corriente (SCT-013), conversor analógico (ADS1115), (RCT1307) y módulo de almacenamiento microSD, todos los controlados mediante la tarjeta de adquisición ESP32. Estas conexiones permiten la lectura y procesamiento de los datos de corriente y voltaje, la obtención de la hora exacta de las mediciones y almacenamiento seguro de la información para su posterior análisis. El esquema permite comprender la interacción y relación de los componentes electrónicos del sistema.

4.1.1.1 ESP32

Este es un microcontrolador el cual es bajo costo integra un potente procesador de 32bits, permitiendo así tener mayor capacidad a la hora de realizar tareas en simultaneo, la característica

principal se basa en la opción de conectividad Wifi, el cual, para futuras aplicaciones, los datos pueden se manejados desde la red, esta portabilidad inalámbrica ayuda a su facilidad de manejo y modernización del sistema de uso.

Figura 5

Módulo de adquisición de datos ESP32

4.1.1.2 ADS1115

Este convertidor permite la comunicación eficaz en el sistema, ya que la aplicación principal se basa en la conversión de señales analógicas en digitales, su lenguaje de 16 bits ofrece una resolución adecuada para el funcionamiento del circuito. Maneja una interfaz I2C propia el facilita cual la implementación de más sistemas o microcontroladores con propias direcciones y hasta diferentes velocidades de trasferencia de datos.

Figura 6

Conversor analógico a digital

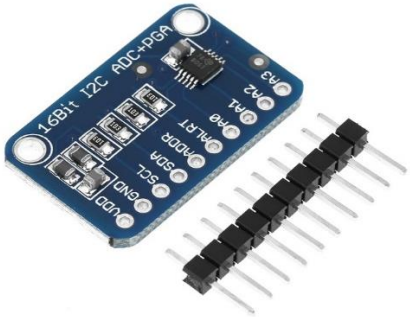


Tabla 1

Características tarjeta de adquisición de datos ADS1115

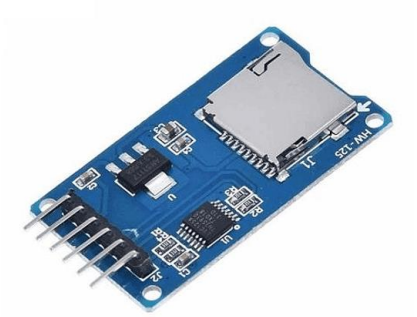
Descripción	Características Técnicas
Corriente de alimentación	*100uA*
Interfaz de comunicación	*I2C*
Chip principal	*ADS1115*
ADC Velocidad de bits	*16 bits*
Rango de temperatura	*-40 °C y +125 °C*

4.1.1.3 Módulo de lectura micro USB

Este componente es de vital importancia a la hora de tener un resguardo de los datos con fácil portabilidad ya que se requiere tener una fácil interacción con diferentes dispositivos para la visualización, carga y depuración de estos, además del manejo en cuanto a su alimentación, donde simplifico la adaptación del mismo. Este módulo permitió una sencilla comunicación con la placa ESP32 la cual se manejó durante la realización del circuito.

Figura 7

Módulo de Arduino micro SD



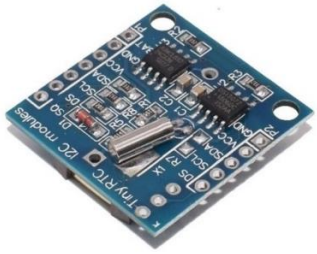
4.1.1.4 Modulo Reloj RTC DS1307

Fue de vital importancia para la organización de los datos de demanda, tener un registro de tiempo exacto, este componente permitió tener un seguimiento constante de tiempo en cuanto a fechas y horas precisas, su funcionamiento es esencial ya que con la interfaz I2C facilita la

comunicación con el módulo ESP32, fue una opción eficiente por su operación autónoma en largos periodos de tiempo incluso si el sistema donde se lo implementa esta apagado o reiniciado.

Figura 8.

Módulo reloj RTC1307



4.1.1.5 Sensor de voltaje ZMPT101B

Este sensor proporciona medidas específicas y acopladas a la idea de la investigación, la cual sirve para monitorear energía, para este caso en señales AC. Su arquitectura permite la conversión de una señal alterna a una de salida analógica que es interpretada fácilmente por el microcontrolador.

Figura 9

Sensor de voltaje ZMPT101B

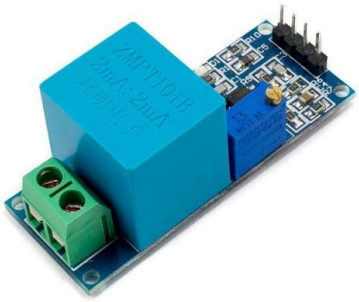


Tabla 2

Características sensor de voltaje ZMPT101B

Descripción	Características técnicas
Voltaje de alimentación	3.3V - 5V DC
Rango de censado de voltaje	250VAC RMS máx.
Rango de salida de voltaje	Onda senoidal 5VAC máx
Señal de salida	analógica senoidal
Dimensiones	50*20*24 mm
Peso	21 gramos
Rango Lineal	0-3mA (a 50ohm)
Linealidad	1%
Precisión	0.2%
Aislamiento eléctrico entrada	hasta 3000V

4.1.1.6 Calibración del sensor ZMPT101B

Para realizar la calibración, es fundamental contar con un equipo patrón que proporcione mediciones precisas del voltaje real. Con el apoyo de un microcontrolador, se registra el valor entregado por el sensor y se compara con la referencia proporcionada por el equipo patrón. Si existe una discrepancia entre ambas lecturas, se debe ajustar el potenciómetro integrado en el módulo del sensor. Este ajuste debe realizarse hasta que la lectura del sensor coincida con la medida del equipo patrón.

Es importante tener en cuenta que, durante el proceso de calibración, se debe considerar la ecuación 3 para garantizar una correcta relación entre las medidas y los valores esperados.

$$Factor\ de\ calibración\ = \frac{Voltaje\ Real}{Voltaje\ Medido} \tag{3}$$

El factor de calibración es un parámetro esencial para procesar la información en sistemas que utilizan microcontroladores o dispositivos de adquisición de datos. Este factor se determina mediante la comparación de las lecturas obtenidas del sensor con las mediciones de referencia proporcionadas por un equipo patrón. Los datos recopilados durante este proceso se registran y almacenan en la tabla 3 lo que permite ajustar y validar la precisión del sistema.

Tabla 3

Valores de calibración

Ítems	Voltaje Real	Voltaje Medido	Factor de Calibración
1	121.5	121.0	1,0041
2	121.8	120.8	1,0083
3	121.5	121.0	1,0041
4	121.7	121.3	1,0033
5	121.6	120.8	1,0066
6	121.5	120.9	1,0050
7	121.6	121.3	1,0025
8	121.6	120.9	1,0058
9	121.5	121.1	1,0033
10	121.6	120.9	1,0058
Promedio	121.59	121.00	1,0049

Los resultados obtenidos en la tabla muestran una comparación entre los valores de voltaje real y los valores de voltaje medido para diez mediciones realizadas en un proceso de calibración, junto con el cálculo del factor de calibración correspondiente a cada ítem. El voltaje real se basó en la medición de osciloscopio oscila entre 121.5 V y 121.8 V, mientras que el voltaje medido por el sensor ZMPT101B varía entre 120.8 V y 121.3 V. Estas diferencias entre los valores reales y los medidos fueron ajustadas en el lenguaje de programación mediante el cálculo del factor de calibración, cuyos valores se encuentran en el rango de 1.0025 a 1.0083.

En cuanto a los promedios, el voltaje real promedio es de 121.59 V, mientras que el voltaje medido promedio se encuentra ligeramente por debajo, con un valor de 121.00 V. Por su parte, el factor de calibración promedio es 1.0049, lo cual indica un ajuste mínimo necesario para alinear las mediciones del sistema con los valores reales.

Estos resultados reflejan una mayor estabilidad del sensor ZMPT101B en el sistema de medición con alta precisión, dado que las discrepancias entre los valores reales y medidos son pequeñas y consistentemente corregidas por el factor de calibración.

4.1.1.7 Sensor de corriente SCT-013

Es un sensor de corriente no invasivo que hace uso un transformador que permite medir corriente alterna sin necesidad de interrumpir el circuito. En las aplicaciones de electrónica y eléctrica es ampliamente utilizado por su facilidad, seguridad y precisión en la medición, en la figura 10 se puede observar las partes que conforma el sensor.

Figura 10

Sensor de corriente SCT-013

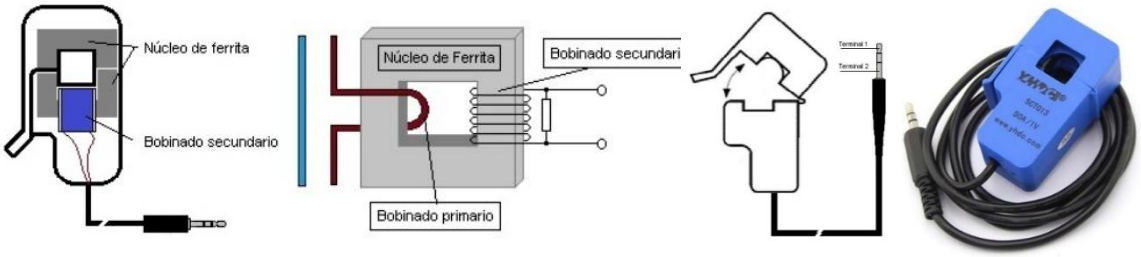


Tabla 4

Características Sensor de corriente SCT-013

Descripción	Características Técnicas
Rango de censado de corriente(inducción)	0-100A RMS(AC)
Rango de salida analógica (corriente):	0-50mA RMS (proporcional a la corriente a medir)
Sensibilidad	50mA/100A = 0.0005
No linealidad	±1%
Temperatura de operación:	-25°C ~ ₊ 70°C
Fuerza dieléctrica (entre la carcasa y la salida):	1000V AC/1min 5mA

Diámetro del cable conductor:	12mm máx.
Dimensiones empaque:	80*63*26 mm
Dimensiones sensor	57*32*21 mm
Longitud del cable:	1m
Peso:	59 gramos

4.1.1.8 Principios teóricos de calibración del sensor SCT-013.

El sensor SCT-013 es un sensor de corriente diseñado para medir la corriente eléctrica en un conductor sin necesidad de interrumpir el circuito. Este sensor genera una señal analógica que es proporcional a la corriente que fluye a través del conductor. Por ejemplo, para el modelo SCT-013, la señal de salida puede ser de 1V para cada 100A de corriente medida. Sin embargo, los microcontroladores, como el ESP32, procesan señales digitales y no pueden leer directamente las señales analógicas generadas por el sensor.

Para resolver este problema, se utiliza un conversor analógico digital como el ADS1115, que convierte la señal analógica del sensor en un valor digital que el microcontrolador puede entender y procesar. El ADS1115 es un conversor de 16 bits con una resolución de 32768 niveles posibles (desde -32768 hasta +32767), permitiendo obtener una lectura precisa de la medida generada por el sensor SCT-013.

El proceso comienza cuando el SCT-013 genera una señal de voltaje proporcional a la corriente medida. Esta señal es enviada al ASD1115, que la convierte en una lectura digital. Para obtener el voltaje real a partir de la lectura digital proporcionada por el ADC, se utiliza la siguiente fórmula:

$$Vout = \left(\frac{valor\ digital}{32768}\right) \times Vref \qquad (4)$$

Donde:

Valor digital: lectura obtenida del conversor analógico

V-ref: voltaje de referencia del sistema, entre 5V y 3.3V dependiendo de la configuración.

Si el conversor analógico proporciona un valor digital de 16384 y el voltaje de referencia es de 5V, el voltaje de salida calculado será 2.5V. Este voltaje está directamente relacionado con la corriente medida a través de la calibración del sensor SCT-013-100A.

Finalmente, para obtener el valor de la corriente medida, utilizamos la relación de calibración del sensor: 1V por cada 100A de corriente. Si el voltaje de salida es 2.5V, esto indica que la corriente medida es de 250A**.**

De acuerdo a (Juwito et al., 2023), la calibración fue realizada basado en un cálculo de un valor de resistencia de carga que influye en la resolución de mediciones. Este proceso se desarrolla de la siguiente manera:

Se toma el valor máximo que el sensor de corriente SCT-013 puede medir, en este caso 100A.

$$I\ (\ Medida) = \sqrt{2} * I\ IRMS \tag{5}$$

$$I\ (\ Medida) = \ 1{,}414 * 100 \tag{6}$$

$$I\ (\ Medida) = \ 141{,}4\ A \tag{7}$$

Posteriormente, se calcula la corriente del sensor considerando la cantidad de vueltas de la bobina, el número es de 2000.

$$I\ (\ Sensor) = \frac{I(Medida)}{(\#\ vueltas\ )} \tag{8}$$

$$I\ (\ Sensor) = \frac{141{,}4\ A}{2000} \tag{9}$$

$$I\ (\ Sensor\ ) = \ 0{,}0707\ A \tag{10}$$

Para considerar el aumento de la resolución, se toma en cuenta que el voltaje que toma la resistencia de carga debería ser igual a la mitad del voltaje de referencia del microcontrolador.

Formulado de la siguiente manera:

$$R\ (\ Carga\ ideal\ ) = \frac{\left(\frac{V\ Ref}{2}\right)}{I\ (\ Sensor\ )} \tag{11}$$

$$R\ (\ Carga\ ideal\ ) = \frac{\left(\frac{5V}{2}\right)}{0{,}0707\ A} \tag{12}$$

$$R\ (\ Carga\ ideal\ ) = 35{,}4\ \Omega \tag{13}$$

Finalmente se obtiene la resistencia de carga ideal, e valor de 35,4 no es accesible en el mercado, por lo que opta por utilizar un valor cercano 33 **Ω**. posteriormente se debe calcular el valor de calibración de la siguiente manera:

$$Valor\ de\ calibracion = \frac{I\ (Medida)}{\frac{I\ (Sensor)}{R\ (Carga\ ideal\ )}} \tag{14}$$

$$Valor\ de\ calibracion = \frac{141{,}4\ A}{\frac{0{,}0707\ A}{33\ \Omega}} \tag{15}$$

$$Valor\ de\ calibracion = 60{,}607 \tag{16}$$

4.1.1.9 Calibración practica del sensor SCT-013

Para el proceso de calibración del dispositivo propuesto, se emplearon cargas resistivas puras, es decir que son dispositivos los cuales la resistencia eléctrica es la única oposición al paso de corriente, sin que intervengan componentes inductivos o capacitivos. La elección se basó con el fin de obtener mediciones estables y directas en condiciones ideales para el sensor SCT-013.

En este caso fueron utilizados dos bombillos incandescentes de 100 Watts cada uno. Bajo el voltaje nominal de 120 V, donde la corriente estimada se la representa de la siguiente manera:

$$\frac{200\ Watts}{120\ V} = 1{,}6\ Amp$$

Este valor sugiere que, al conectar ambos bombillos en paralelo, su carga total corresponde a 1,6 amperios, valor que fue verificado por el dispositivo patrón utilizado en esta investigación.

Durante el desarrollo del sistema, se utilizaron dos módulos convertidores analógico-digital ADS1115. En el primer módulo fue conectado un sensor de corriente SCT-013, mientras que en el segundo modulo se conectaron dos sensores SCT.013, lo que implico realizar dos procesos de calibración independientes, uno por cada entrada de señal analógica.

Tabla 5

Datos de calibración sensor 1

Calibración 1	Amperios
1,25	2,1
1,2	2
1,15	1,9
1,1	1,8
1	1,7
0,9	1,5
0,85	1,4
0,8	1,3
0,75	1,2

Tabla 6

Datos de calibración sensor 2

Calibración 2	Amperios
0,95	2,3
0,9	2,2
0,85	2,1
0,8	2
0,75	1,8
0,7	1,6
0,6	1,5
0,55	1,3
0,5	1,2
0,45	1,1

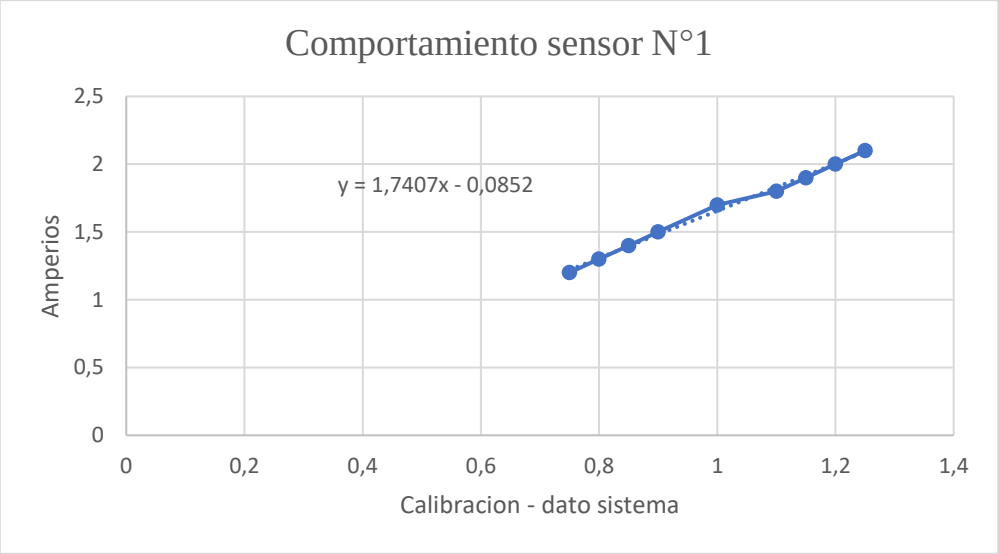
En las tablas n° 6 y 6 se presentan los valores obtenidos durante la prueba realizada con los bombillos incandescentes. Se observa los valores identificados como “calibración 1” y

“calibración 2” que corresponden a las lecturas internas generadas de forma aleatoria en el código utilizados para simular las lecturas del sensor. El propósito principal es que, a partir de estos valores, el sistema entregue una medición aproximada a la corriente real indicada en la columna de amperios. Esto permite evaluar el comportamiento del sensor y su cercanía a las mediciones realizadas con el dispositivo patrón HIOKI, incluso bajo condiciones variables.

Al trabajar con cargas resistivas, su comportamiento presenta tendencia lineal, estableciendo una relación proporcional entre las lecturas internas y valores de corriente real. Facilitando el proceso de evaluación del sensor verificando en cierta manera la precisión y comparación con mediciones obtenida por el equipo Patrón HIOKI.

Figura 11

Ecuación y comportamiento del sensor 1



La figura n°10 representa los valores de la tabla “calibración 1”, obteniendo la ecuación correspondiente para sus respectivos cálculos de confirmación de valores.

$$y = 1{,}6\ Amp$$

$$x = Valor\ de\ calibracion$$

$$y = 1{,}7407\ (x) - 0{,}0852$$

$$1{,}6\ = 1{,}7407\ (x) =\ 0{,}0852$$

$$1{,}6 + 0{,}0852 \ = 1{,}7407\ (x)$$

$$\frac{1{,}6\ + 0{,}0852}{1{,}7407} = x$$

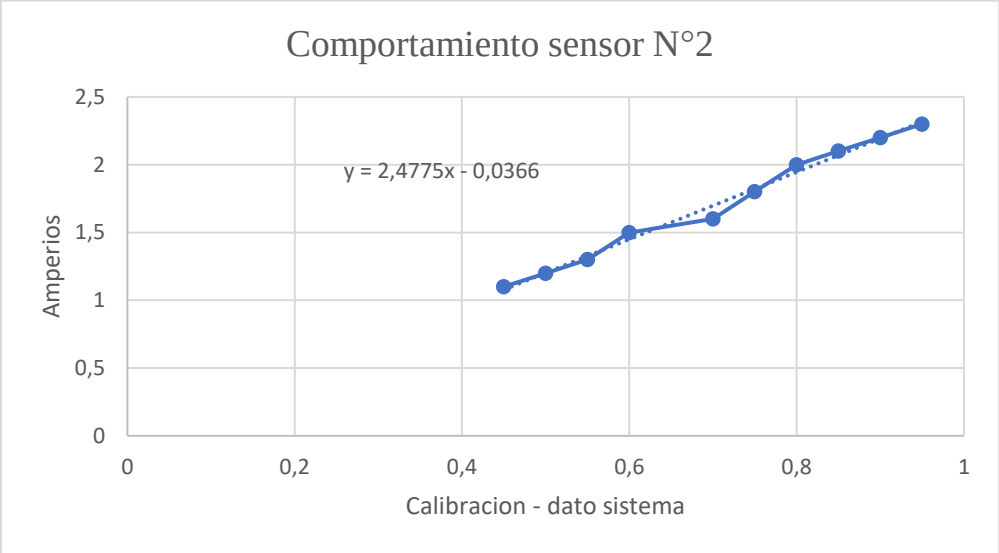
$$0{,}95 = x$$

De acuerdo a la ecuación que la gráfica proporciona, se observó que el resultado corresponde a un valor cercano a los amperios requeridos

Para el sensor numero dos el procedimiento es similar donde su gráfica y ecuación se muestran a continuación:

Figura 12

Ecuación y comportamiento del sensor 2



La figura n°11 representa los valores de la tabla “calibración 2”, obteniendo la ecuación correspondiente para sus respectivos cálculos de confirmación de valores.

$$y = 1{,}6\ Amp$$

$$x = Valor\ de\ calibracion$$

$$y = 2{,}4775\ (x) - 0{,}0366$$

$$1{,}6\ = 2{,}4775\ \ (x) = \ 0{,}0366$$

$$1{,}6 + 0{,}0366 = 2{,}4775\ (x)$$

$$\frac{1{,}6\ + 0{,}0366}{2{,}4775} = x$$

$$0{,}66 = x$$

El valor recomendado de calibración es de 0,66 para el sensor n°2 el cual también fue verificado en las pruebas respectivas incluyendo en valores con el dispositivo patrón.

4.1.1.10 Medición de corriente y voltaje

Los tres sensores de corriente SCT-013 se conectaron a cada una de las tres fases de un sistema trifásico. Estos sensores generan una señal analógica proporcional a la corriente individual de cada fase, estas señales analógicas de los sensores se enviaron al primer módulo ADS1115, que actúa como un conversor analógico-digital de alta precisión. Este módulo convierte las señales analógicas en señales digitales que el ESP32 puede procesar. Luego de la conversión, los valores digitalizados son transmitidos al ESP32 mediante comunicación I2C para su lectura y procesamiento.

El comportamiento del voltaje del sensor ZMPT101B en el dispositivo se entiende que tiene una entrada sinusoidal. Esta señal se procesa mediante un divisor de voltaje, el cual entrega una salida analógica de 0 a 3 V, que es leída por el microcontrolador ESP32, este interpreta esta señal y, mediante el uso de un algoritmo de cálculo, determina el valor del voltaje alterno en función de los valores de entrada.

La señal de salida de voltaje del sensor ZMPT101B es analógica y sinusoidal, siguiendo la forma de onda del voltaje alterno de entrada. Esta señal varía típicamente entre 0 y 5 voltios, dependiendo de la alimentación del módulo. En ausencia de un voltaje de entrada, el voltaje de salida del sensor está centrado en 2.5 voltios, actuando como un punto de referencia. En este caso, la lectura realizada por el ESP32 es interpretada como un voltaje cero.

Al establecer los valores de corriente y voltaje a partir de los datos leídos por el microcontrolador, se implementaron fórmulas específicas de conversión en el código del ESP32. En el caso de los sensores de corriente, los valores digitales obtenidos son multiplicados por el factor de calibración del SCT-013 para convertir las lecturas en valores reales de corriente. De

forma similar, el voltaje obtenido del sensor ZMPT101B es procesado mediante el cálculo de valores RMS para determinar el voltaje eficaz. Estos cálculos se realizan en tiempo real en el ESP32, permitiendo obtener datos precisos de corriente y voltaje de cada fase del sistema trifásico.

4.1.1.11 Conversión Analógica – Digital (ADS1115)

En este caso se implementó doble modulo ADS, donde uno recibe las 2 señales de corriente de los dos sensores SCT-013 y el otro ADS recibe la tercera señal restante con opción de implementar una cuarta. Cada entrada de este módulo tiene la capacidad de conversión de las señales analógicas de entrada en datos digitales con resolución de hasta 16 bits, para la posterior lectura del ESP32, obteniendo así una mejor lectura de los datos de corriente sin mucha variación.

Dado que el sensor SCT-013 genera una señal de salida en un formato analógico, el ADS maneja un papel importante al convertir estos datos en un formato digital para que el microcontrolador puedo interpretar y procesar.

Estos módulos tienen una característica importantes lo cual facilita su implementación en el circuito, para esta caso la comunicación I2C permite que los dos módulos ADS estén conectados al bus I2C del ESP32, lo que representa en una sola comunicación para los dos, estarán compartiendo los mismos pines de comunicación I2C con el ESP32, usando direcciones diferentes, facilitando la comunicación con múltiples dispositivos y de igual forma reduciendo espacio y material a la hora de acoplar estos dispositivos en el circuito.

4.1.1.12 Procesamiento de datos en ESP32

El módulo ESP32 es el microcontrolador que maneja todo el flujo de datos recolectados a la hora de las respectivas pruebas. La opción de I2C es por donde el ESP32 puede leer los datos de corriente y voltaje en formato digital de los módulos ADS1115

Una vez adquiridos estos datos, el ESP32 realiza los cálculos necesarios para determinar un valor de potencia para cada fase. La fórmula utilizada en este proceso es:

$$P = V * I \tag{17}$$

Donde:

P: Potencia eléctrica

V: Voltaje del circuito

I: Corriente proporcionada

Es importante destacar que el dispositivo propuesto no toma en cuenta el ángulo de desfase entre corriente y voltaje, el valor que se calcula en la etapa de pruebas corresponde a la potencia aparente. Sin embargo, para el posterior análisis de registros se toma en cuenta el factor de potencia obtenido por el dispositivo patrón HIOKI, permitiendo estimar la potencia activa en condiciones más precisas.

4.1.1.13 Registro de datos

El Módulo de reloj RTC se utiliza para proporcionar mediciones de tiempo precisas, registrando la hora y fecha real. Esto permite que el ESP32 asocie un registro temporal a cada uno de los datos capturados.

Por otro lado, el módulo micro SD complementa esta funcionalidad al respaldar los datos recopilados, incluyendo la marca temporal generada por el módulo RTC.

Los datos almacenados incluyen:

- Corrientes de cada fase
- Voltaje medido
- Potencia Calculada
- Hora y fecha de cada medición

4.1.1.14 Comunicación y Visualización de datos

Pantalla LCD: Se implemento un módulo de pantalla LCD de tamaño acorde y considerando la cantidad de datos que se quería visualizar para tener seguridad a la hora de poner

en marcha el dispositivo, sin la necesidad de dejar algún valor de corriente, hora o fecha sin determinar, en la interfaz se observa en tiempo real los valores de corriente, voltaje, cálculo de potencia, y tiempo real, proporcionando al usuario la información directa del consumo energético del momento.

Transmisión de datos: Alternativamente el dispositivo tiene como opción integran un módulo de comunicación por medio de WIFI para trasmisión de datos en aplicación o plataforma remota especifica, dando así un monitoreo accesible y continuo en tiempo real.

4.1.1.15 Ensamble y pruebas

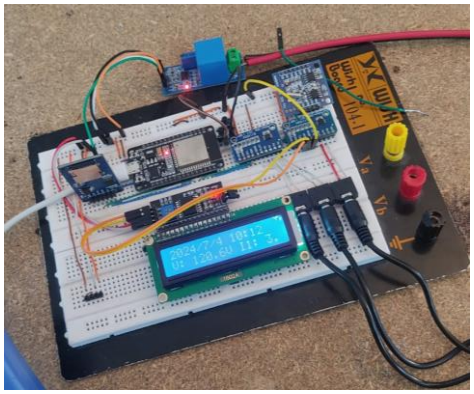
El proceso para poder ensamblar el dispositivo se implementó en varias etapas la cual se da prioridad a la etapa de pruebas en espacios específicos de protección y trabajo seguro por el cuidado a tener cuando se trabaja con elementos eléctricos de tensiones considerables. El objetivo principal es asegurar una conexión sólida y confiable para manejar el circuito de una manera segura en cuanto a la veracidad de los datos, incluyendo así la estabilidad de loa sensores, voltajes y corrientes proporcionados de una fuente externa que simule el cableado o circuito eléctrico del edificio de la institución.

4.1.1.16 Montaje de sensores:

El proceso de pruebas de los sensores de voltaje y corriente se llevó a cabo en instalaciones de laboratorio proporcionadas por la universidad, utilizando uno de los tableros de prueba diseñados para evaluar cargas y potencias variables. Este tablero, equipado con bombillos de diferentes potencias, permitió simular diversas condiciones de carga eléctrica de manera controlada. Los sensores de corriente, al ser dispositivos no invasivos, se instalaron rápida y seguramente alrededor de los cables eléctricos sin necesidad de intervenir directamente en el circuito, mientras que el sensor de voltaje se conectó directamente a los ramales de los circuitos eléctricos para garantizar mediciones precisas. Gracias a los recursos del laboratorio, esta configuración permitió un análisis al observar el comportamiento eléctrico en distintas condiciones.

Figura 13

Montaje de Componentes



4.1.1.17 Pruebas de funcionamiento:

Al finalizar la construcción del montaje verificando el correcto funcionamiento de cada uno de los componentes, estableciendo conexiones estables y seguras, se procedió a realizar las pruebas de funcionamiento general del sistema. En esta etapa se revisan las lecturas que los sensores proporcionan incluyendo la operatividad del sistema en condiciones reales.

Los sensores evaluados corresponden principalmente a los de voltaje y corriente. Para poder validar su desempeño, se realizó mediciones y se compararon con instrumentos de referencia confiables. De esta manera, se comprueba la correspondencia entre lecturas del sistema y valores teóricos esperados.

Figura 14

Montaje físico y puesto de trabajo

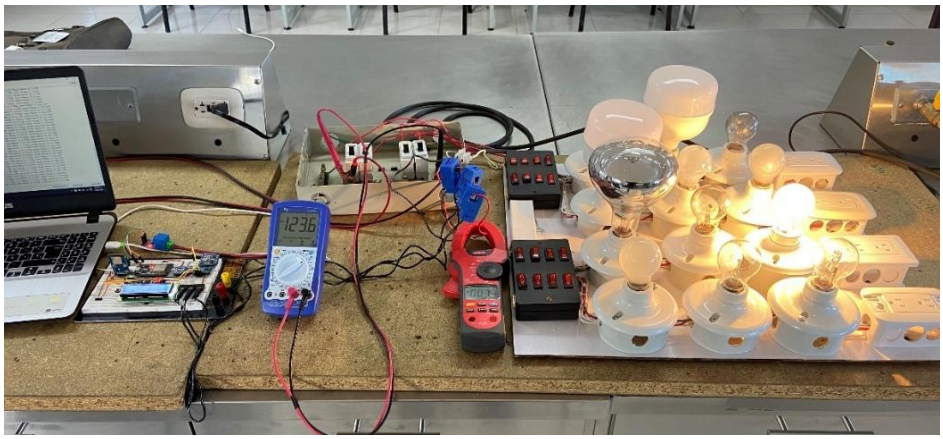
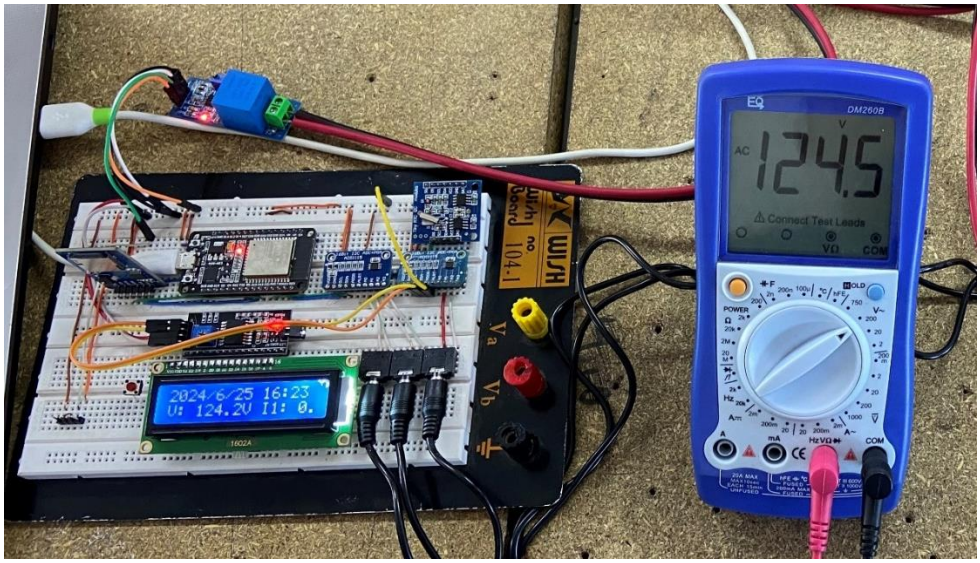


Figura 15

Comparación valor de voltaje



Desde la implementación del montaje, cada instancia fue comparada con equipos de medición confiables, garantizando que las operaciones y resultados del dispositivo propuesto fueran precisas. Para este caso se trabajó con cargas resistivas que, según las pruebas realizadas con el dispositivo patrón HIOKI, presentan un factor de potencia aproximado de 0,95. Este valor cercano a la unidad facilita la validación de las mediciones realizadas por el sistema.

En la imagen se observa la pantalla LCD que muestra la variable “V”, correspondiente al voltaje. La lectura del sensor coincide con la medida registrada por el multímetro, confirmando que el valor obtenido es correcto.

4.1.1.18 Potencia Eléctrica – Ley de Watt

Para algunos de los cálculos en el proceso de toma de datos, se basó ampliamente en la teoría de la Ley de Watt, que establece una relación directa entre el trabajo realizado y las variables eléctricas involucradas, ya que existe una amplia relación entre voltaje, potencia y corriente en un sistema.

Esta hace referencia a la potencia eléctrica de un componente electrónico o dispositivo el cual define como la potencia consumida por la carga es directamente proporcional la voltaje suministrado y corriente que circula por este. (LATAM, 2021)

Tiene importancia destacar que, aunque la carga utilizada es resistiva, el factor de potencia medido con el dispositivo patrón HIOKI fue aproximadamente 0,95, lo que indica que la potencia activa calculada mediante esta ley representa con bastante precisión la energía consumida por la carga

De esta manera maneja operatorias las cuales permiten encontrar la potencia eléctrica (P) de acuerdo a las siguientes formulas:

$$P = V \times I \tag{16}$$

Donde:

P: Potencia Eléctrica

V: Voltaje

I: Corriente

Previamente se realiza el proceso para las conexiones de los sensores de corriente SCT-013, donde al ser un equipo trifásico, se tendrá las 3 líneas con medidas individuales y obteniendo resultados similares, pero por separado.

La corriente medida por los sensores se compara con la teoría aplicada para este caso de la siguiente manera:

$$I = \frac{P}{V} \tag{17}$$

$$Corriente\ Deseada = \frac{Potencia\ Bombillo}{Voltaje\ Establecido} \tag{18}$$

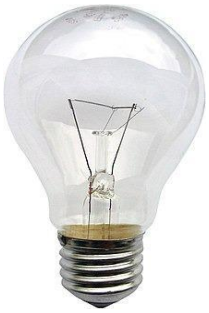
Para obtener lecturas confiables en los sensores SCT-013 es fundamental contar con un valor preciso de corriente durante la calibración. Por ello, se utilizaron bombillos incandescentes de 100 Watts como cargas conocidas, ya que permite calcular fácilmente la corriente teórica a través de le Ley de Watt. En este caso, bajo una medida de voltaje de 120 V, cada bombillo representa una

carga resistiva que consume u valor aproximado de 0,83 amperios. Este es un valor teórico que permite comparar y tener una referencia para ajustar y verificar el comportamiento de los sensores durante las pruebas realizadas.

El voltaje establecido hace referencia a la medida de 120 Voltios que común mente se maneja en las redes domésticas.

Figura 16

Tipos de Bombilla para pruebas



La ecuación se opera de acuerdo a los valores que se tiene como el voltaje y potencia para obtener un cálculo de corriente más precisa y así acoplar el sensor con calibración.

$$I = \frac{P}{V} \tag{19}$$

$$I = \frac{100\ Watts\ de\ bombillo}{120\ Voltios\ red\ domestica} \tag{20}$$

$$I = \frac{100\ W}{120\ V} \tag{21}$$

$$I = 0.833\ A \tag{22}$$

Al obtener este valor de corriente, se entiende que cada sensor SCT-013 debe arrojar 0.83 amperios de corriente cuando un solo bombillo este encendido.

De esta forma los resultados que arroje el sensor de corriente pueden ser validados y verificados de acuerdo al consumo que se tenga en ese momento, donde para el ejemplo sería un solo bombillo. Cuando se requiera un aumento de consumo el proceso es el mismo y la sumatoria de los watts de potencia de cada combillo serian directamente proporcional.

Donde:

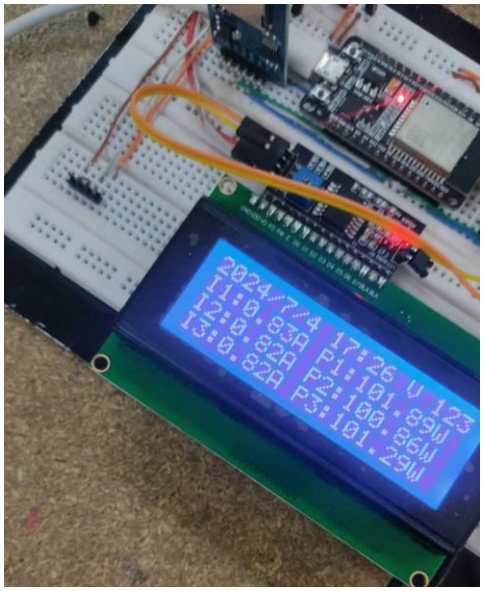
$$\sum 100 Watts = 1\ bombillo \quad (23)$$

$$\sum 100 + 100\ Watts = 2\ bombillos \quad (24)$$

$$\sum 100 + 100 + 100\ Watts = 3\ bombillos \quad (25)$$

Figura 17

Obtención de valores de corriente por sensor



Luego de la operatoria se confirma la veracidad de la ley de Watt donde el valor que aparece en la pantalla LCD muestra un dato preciso de corriente en las variables I1, I2, I3. Estos valores van acordes a lo analizado anteriormente donde encendido un solo bombillo en las 3 fases del tablero de pruebas para verificar los datos y funcionamiento correcto del sensor SCT-013.

4.1.2 Diseño de circuito en PCB

Al verificar la veracidad en cuanto a conexiones y comportamientos, se tiene la seguridad del funcionamiento y la implementación se traslada a crear todo el conjunto del circuito en un diseño de PCB (placa de circuito impreso) la cual es esencial en la organización y conexión de cada componente de manera eficiente por la exactitud en cuanto a su diseño de caminos, la disposición optima de cada componente lleva un enfoque de reducción de interferencias. Este diseño se llevó a cabo en la plataforma online Easyeda la cual permitió la implementación del diseño gracias a su actualización en componentes específicos los cuales eran requeridos a la hora de suponer una ubicación en la placa impresa, este diseño garantizo la estabilidad, comodidad y precisión a la hora de trabajar en toma de pruebas y revisiones de continuidad.

Figura 18

Muestra de diseño y conexiones en PCB

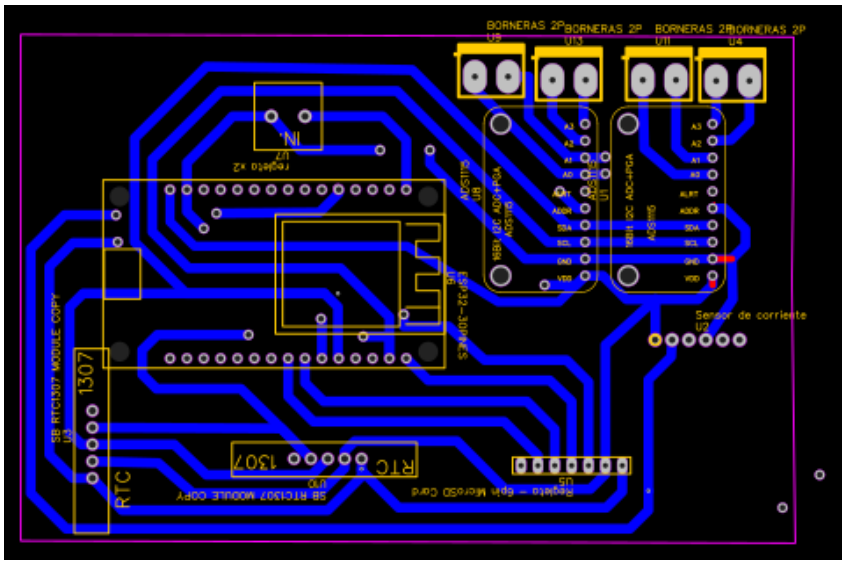
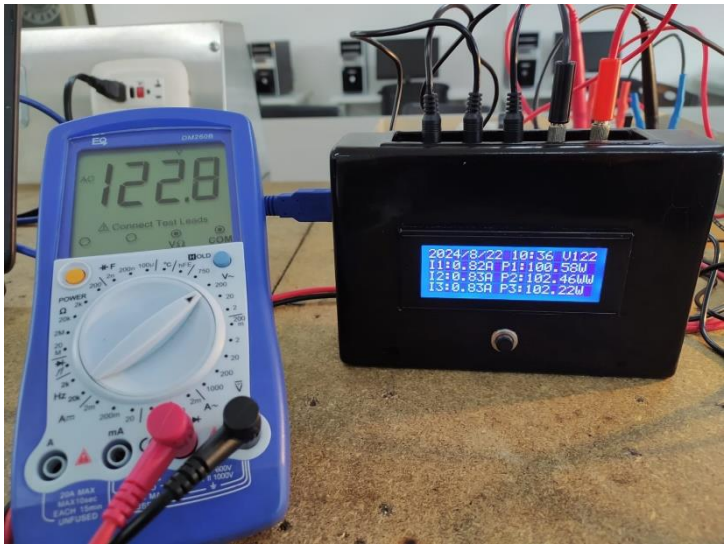


Figura 19

Modulo terminado y ensamblado



4.1.3 Pruebas finales de funcionamiento

La variedad del trabajo realizado en ocasiones genera un desbalance hacia el circuito y por ellos se realizó nuevas pruebas para validar su correcto funcionamiento en escenarios reales de uso. Desde esta etapa se verifico el cumplimiento del circuito simulando la condición real a donde podría ser sometido en condiciones operativas, comprobando la manera precisa de obtener y medir los parámetros eléctricos como corriente, voltaje y potencia garantizando que estos este en óptimas condiciones.

Durante el desarrollo del proyecto, se pudo identificar posibles desbalances en el circuito, causado por la naturaleza variable de las cargas conectadas. Esto motivo a la realización de nuevas pruebas orientadas a verificar el funcionamiento del sistema en condiciones reales de operación. En esta etapa se evaluó el comportamiento del circuito replicando escenarios similares a los que podría enfrentar una vez sea instalado, asegurando que los parámetros eléctricos como, corriente, voltaje y potencia fueran medidos de forma mas precisa.
finales se evaluó el sistema desde conexiones y tiempo de respuesta ante su inicialización de sistema, verificando las lecturas para que no presenten errores significativos que puedan atrasar el proceso.

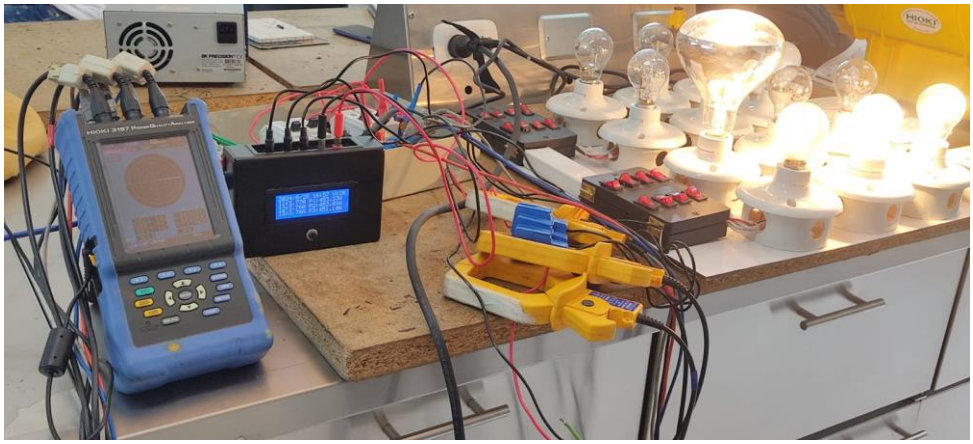
Para las pruebas finales, se utilizaron cargas resistivas, específicamente bombillos incandescentes, lo que permitió trabajar bajo un factor de potencia constante, cercano a 0,95 según lo registrado por el dispositivo patrón HIOKI. Esta condición favoreció el análisis, al

reducir la diferencia entre potencia activa y aparente, y brindando un entorno más estable para validar el comportamiento del sistema.

De igual forma se evaluó el tiempo de respuesta desde la inicialización del sistema, verificando que las lecturas no presentaran errores significativos que pudieran afectar su rendimiento. El uso del analizador de energía HIOKI 3197, tanto en las pruebas iniciales como en las finales, permitió comparar los datos obtenidos con los valores reales, aportando confiabilidad al dispositivo propuesto.

Figura 20

Pruebas con dispositivo de referencia HIOKI



En la figura 20, se comprueba la instalación del dispositivo con el analizador de energía en conjunto, verificando estos resultados y tomando en cuenta los valores esperados que fueron calculados por cada bombillo con la Ley de Watt mencionada anteriormente.

Figura 21

Pruebas de valores – ley de watt (1 bombillo)

En esta figura se realiza el proceso de inicialización de cada sistema, iniciando con una sola bombilla, se sabe que el proceso debería dar el valor indicado por la operatoria realizada anteriormente. Se recalca el ideal de que la medida obtenida en las tres fases del prototipo coincide directamente con las tres fases del analizador de energía

Figura 22

Pruebas de valores – ley de watt (2 bombillos)

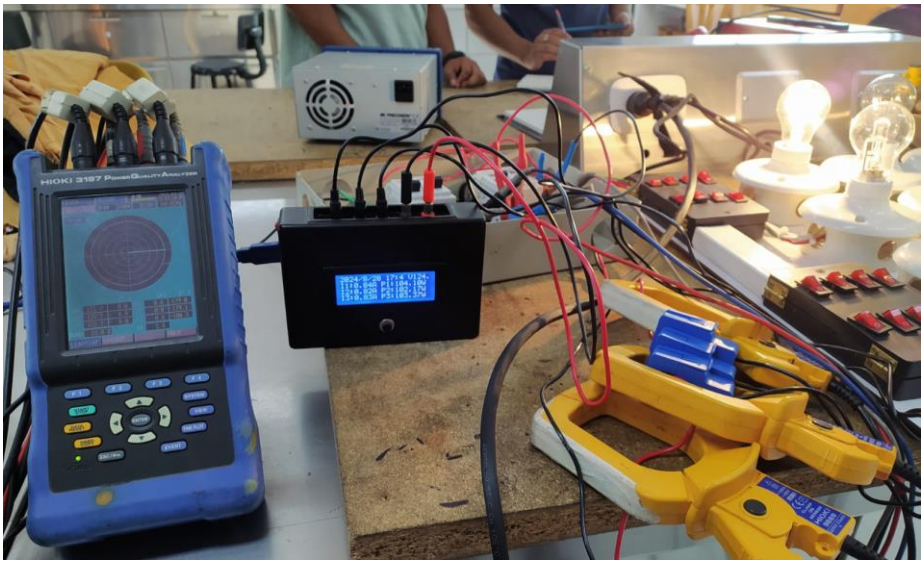
En la gráfica anterior se revisó las variables y efectivamente coincide directamente con el analizar de energía en las tres fases de cada dispositivo.

Figura 23

Pruebas de valores – ley de watt

Figura 24

Pruebas de valores equilibrada



4.1.4 Tabla comparativa de datos de prueba

A la hora de haber realizado pruebas finales para corroborar el funcionamiento del prototipo, se presenta un análisis de los resultados obtenidos durante las pruebas realizadas con potencias diferentes para observar el comportamiento. La tabla comparativa incluye valores

medidos y valores teóricos proporcionados por el analizar de energía HIOKI 3197, evaluando la precisión de los datos en cada caso.

4.1.4.1 Definición Error Relativo

Este es una medida que permite cuantificar la desviación porcentual entre un valor medido y su valor teórico. Se calcula mediante la siguiente formula:

$$Error\ Relativo\ (\%) = (\frac{\text{Valor teorico} - \text{Valor medido}}{\text{Valor Teorico}}) \times 100 \quad (26)$$

El proceso es esencial para determinar la precisión de un resultado obtenido, verificando la fiabilidad del proceso y los datos recopilados.

Tabla 7

Comparativa de datos de corrientes con diferentes cargas.

Prueba	Corriente Prototipo	Corriente HIOKI 3197	% Error
100 W	0.81 A	0.8 A	0,01 %
200 W	1.64 A	1.6 A	0,02 %
400 W	3.78 A	3.7 A	0,02 %

Tabla 8

Comparativa de datos de voltaje con diferentes cargas.

Prueba	Voltaje Prototipo	Voltaje HIOKI 3197	% Error
100 W	121 V	121 V	0,00 %
200 W	122 V	121 V	0,01 %
400 W	121 V	121 V	0,00 %

Al haber realizado las pruebas específicas finales, se observó el correcto funcionamiento del dispositivo, observando un comportamiento estable y directamente proporcional al consumo del tablero, según sea la cantidad de bombillas encendidas y teniendo una fuente para la

verificación sus datos con el analizador de energía se puede asegurar la implementación hacia el trabajo de toma de datos en las instalaciones del medio universitario

Después de realizar las pruebas finales específicas, se comprobó que este dispositivo funciona de manera correcta y eficiente, mostrando un comportamiento estable y respuesta proporcional al consumo eléctrico en función de la cantidad de bombillas encendidas. Además, se pudo comparar los datos obtenidos con los registrados por el analizador de energía, verificando la precisión de las mediciones. De esta manera se pudo asegurar que el dispositivo está listo para ser implementado en el trabajo de toma de datos en las instalaciones del entrono universitario.

4.2 Generar un repositorio de datos de consumo energético que corresponde al voltaje, corriente y potencia.

Para la recopilación de los datos se estableció un repositorio de datos para registrar el consumo energético, incluyendo parámetros como voltaje, corriente y potencia. La recopilación de datos se ordenó de manera organizada para facilitar el análisis de la información según las necesidades planteadas y requeridas.

El registro se llevó a cabo mediante hojas de cálculo en Excel, seleccionadas no solo por su accesibilidad y facilidad de uso, sino también por su compatibilidad con el equipo patrón utilizado. El analizador de energía HIOKI 3197 genera registros en formato compatible con Excel, lo que permitió trabajar ambos conjuntos de datos en una misma plataforma, facilitando el análisis comparativo y la validación cruzada de resultados.

El proceso de registro abarcó una jornada laboral y estudiantil típica, iniciando el martes 11 de marzo de 2025 y concluyendo el martes 18 de marzo de 2025. Durante este periodo, el dispositivo propuesto se instaló en el cuarto técnico del edificio Holanda, ubicado en el primer piso, donde se encuentran condiciones representativas del consumo energético del entorno universitario.

Para garantizar la precisión de las mediciones, se utilizó el analizador de energía HIOKI 3197 como equipo patrón. Este instrumento proporcionó una referencia confiable en los registros de corriente, voltaje y potencia, sirviendo como base para validar los datos obtenidos por el dispositivo desarrollado. Al comparar ambos conjuntos de información, se evaluó la cercanía y consistencia de las mediciones, asegurando la confiabilidad del sistema de monitoreo propuesto.

La conexión del dispositivo se realizó sincronizando cada sensor SCT-013 con una línea individual del tablero eléctrico de la Universidad, lo que permitió medir tres fases de corriente simultáneamente. Este enfoque aseguró una captura completa y representativa de las condiciones energéticas durante el periodo de registro.

La conexión del dispositivo se realizó sincronizando cada sensor SCT-013 con una línea individual del tablero eléctrico, lo que permitió la medición simultánea de las tres fases de corriente. Este enfoque garantizó una captura integral y representativa del comportamiento energético durante todo el periodo de prueba.

Figura 25

Instalación Hioki 3197

Se presenta la previa instalación del equipo patrón HIOKI 3197, este cuenta con 3 pinzas amperimétricas para la medición de corriente y tres pinzas voltimetricas para el voltaje lo cual permite registrar 3 fases del sistema eléctrico de forma simultánea.

En la instalación se aprovechó el barraje del tablero eléctrico de la universidad, que dispone de tres líneas de corriente y voltaje. Cada pinza del HIOKI se conectó a las líneas de corriente y líneas de voltaje asegurando la medición simultánea.

De forma paralela, el dispositivo propuesto acoplo sus sensores SCT-013 con cada una de las líneas de corriente del tablero para capturar medidas en simultaneo de los dos dispositivos.

Figura 26

Dispositivos conectados en simultaneo

La clasificación del registro de datos consistió en obtener y pasar el archivo del dispositivo al computador por medio de la SD registrada. La clasificación de los datos consistió en establecer un orden para observar el comportamiento de cada línea de corriente por día.

4.2.1 Clasificación y caracterización de la demanda energética

El análisis de la demanda energética en los edificios mencionados de la universidad es de carácter fundamental para comprender el consumo y optimizar el uso de los recursos, En este apartado, se presenta la clasificación de los principales componentes que contribuyen al consumo energético, incluyendo iluminación y equipos eléctricos y dispositivos básicos. Se presenta un levantamiento promedio por piso, permitiendo cuantificar un porcentaje de la demanda total. Esta clasificación permite el conocer de donde proviene el consumo para poder establecer estrategias de eficiencia energética.

Tabla 9

Resultados de caracterización energética por piso Ed Holanda

HOLANDA				
Piso	**Dispositivo**	**Cantidad**	**Watts (c/u)**	**consumo total**
1	Lampara Led Redonda	22	19	418
1	Computador de mesa	11	86	946

1	Nevera	1	125	125
1	Philips - Ledtube DE 1200mm 19W 840 T8 G13	22	19	418
1	LEDtube Master T8 19W/865	10	19	190
2	Philips LED Master Ledtube	40	19	760
2	Philips Fluorecente 32W	24	32	768
2	Computador de mesa	9	86	774
3	Impresora	1	624	624
3	Philips - Ledtube DE 1200mm 19W 840 T8 G13	58	19	1102
3	Computador de mesa	3	86	258
3	Philips Fluorescente	2	32	64
3	Video Beam	3	345	1035
4	LEDtube Master T8 19W/865	70	19	1330
4	Video Beam	1	345	345
4	Philips Fluorescente	2	32	64
5	Philips - Ledtube DE 1200mm 19W 840 T8 G13	88	19	1672
5	Video Beam	2	345	690
5	Lampara Led Redondas	8	18	144
5	Computador de mesa	4	86	344
5	Impresora	1	624	624
5	Televisor	2	170	340
	SUMATORIA DE CONSUMO			13035 W

La tabla n°13 presenta el inventario de los dispositivos eléctricos presentes en el edificio Holanda, detallando su distribución por piso y la cantidad de consumo total estimado en vatios (W). La potencia indicada corresponde a la potencia nominal real de consumo de cada dispositivo, es decir, el valor que normalmente consumen bajo condiciones típicas de operación, según sus especificaciones técnicas. Este listado permite identificar los principales consumidores de energía, destacándose equipos como lámparas LED y computadores de mesa en mayor cantidad.

Tabla 10

Resultados de caracterización energética por piso Ed Italia

ITALIA				
Piso	**Dispositivo**	**Cantidad**	**Watts (c/u)**	**consumo total**
1	Lámparas Led - Redondas	4	18	72
1	Lampara fluorescentes	2	54	108
1	Computador de mesa	54	86	4644
1	Philips - Ledtube 19W	178	19	3382
1	Bombillo Led 9W	96	9	864
2	Philips - Ledtube 19W	133	19	2527
2	Computador de mesa	28	86	2408
2	Video Beam	4	345	1380
2	Philips Fluorescente	4	32	128
3	Computador de mesa	15	86	1290
3	impresora	5	624	3120
3	Ricoh MP4003	2	1440	2880
3	Philips - Ledtube 19W	144	19	2736
3	Video Beam	4	345	1380
4	Philips - Ledtube 19W	136	19	2584
4	Video Beam	5	345	1725
4	Computador de mesa	32	86	2752
4	Lámparas Fluorescentes 54W	30	54	1620
4	Impresora	2	624	1248
5	Portátil	2	70	140
5	Impresora	1	624	624
5	Philips - Ledtube 19W	10	19	190
5	Computador de mesa	2	86	172
	SUMATORIA DE CONSUMO			37974 W

La tabla n°14 presenta el inventario de equipos eléctricos en el Edificio Italia, detallando su cantidad, potencia nominal y consumo total estimado. Se identifican como principales fuentes de demanda energética los computadores de mesa, sistemas de iluminación LED y fluorescente, impresoras y video beams.

4.2.2 Comportamiento de la demanda energética

El comportamiento de la demanda de energía hace referencia en este caso a las curvas obtenidas en las mediciones de las variables de corriente, voltaje y potencia registradas en el

lapso de tiempo de estudio. Estas curvas dan la referencia para visualizar el comportamiento del consumo en función del tiempo en horas y días específicos de la semana.

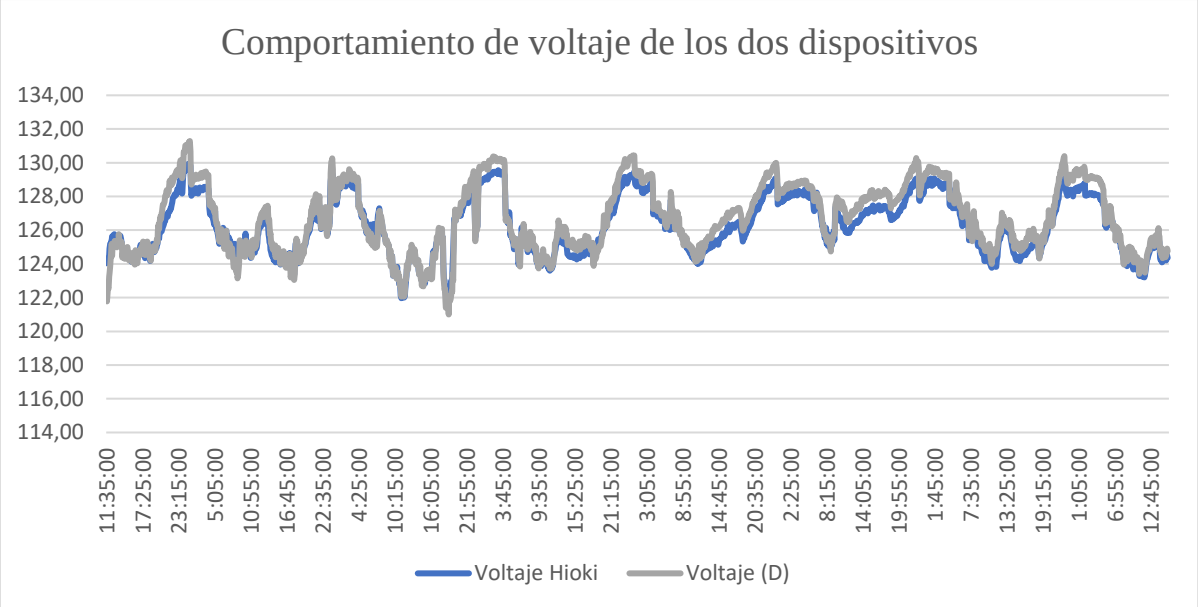
Se presentan a continuación las tendencias observadas en las mediciones, detallando los cambios en la demanda y diferencia entre parámetros evaluados con el dispositivo de referencia HIOKI y el prototipo. Se describen momentos de mayor y menor consumo y diferencia de medida entre los dos dispositivos

4.2.2.1 Comportamiento del voltaje del equipo patrón con relación al dispositivo propuesto

El capítulo muestra el comportamiento de voltaje obtenido en las mediciones del equipo patrón en comparación con el voltaje registrado por el dispositivo propuesto, permitiendo evaluar su tendencia y precisión en las condiciones reales de operación.

Figura 27

Comportamiento del voltaje entre equipo patron y dispositivo propuesto



En la figura 24, se puede observar el comportamiento de la gráfica la cual hace referencia a los datos obtenidos de mediciones durante los días 11de marzo hasta el 18 de marzo del 2025 donde se muestra en línea azul el comportamiento del voltaje del dispositivo patrón, y en línea gris el dispositivo propuesto. La grafica muestra comportamientos variables, pero usualmente

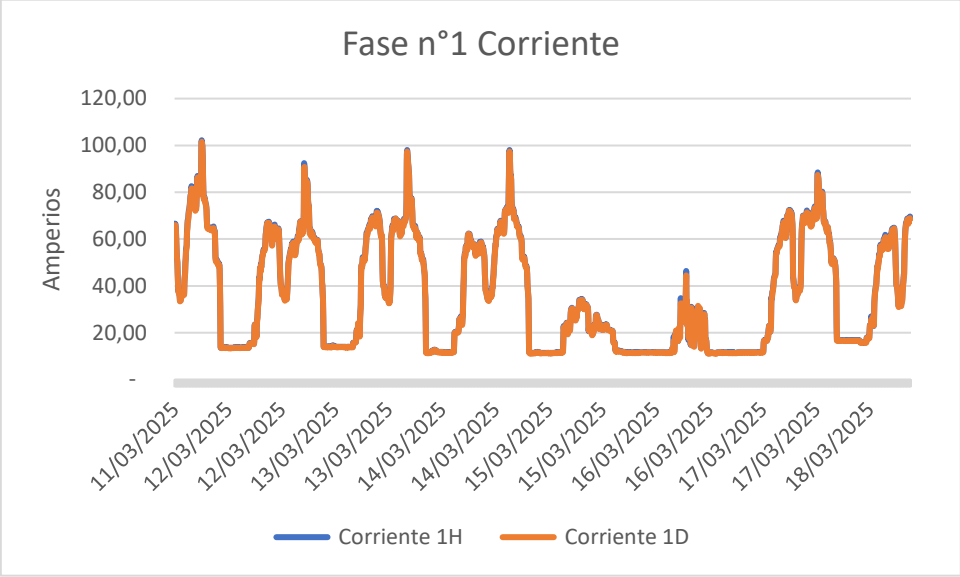
constantes ya que la dinámica durante los días registrados es similar, obteniendo picos en horas concurridas de demanda y disminución del consumo en horas nocturnas.

4.2.2.2 Comportamiento de medición de corriente equipo patrón y dispositivo propuesto

Las gráficas que se presentan a continuación presentan la variación del parámetro de corriente a lo largo del tiempo en las tres fases del sistema, comparando mediciones obtenidas por el equipo patrón Hioki y el dispositivo propuesto. En cada una de las fases se observa un comportamiento similar, pero con picos diferentes en referencia a horarios e intensidad. Cada curva se podría representar como un día especifico reflejando la demanda eléctrica y evidenciando un patrón similar en los días analizados.

Figura 28

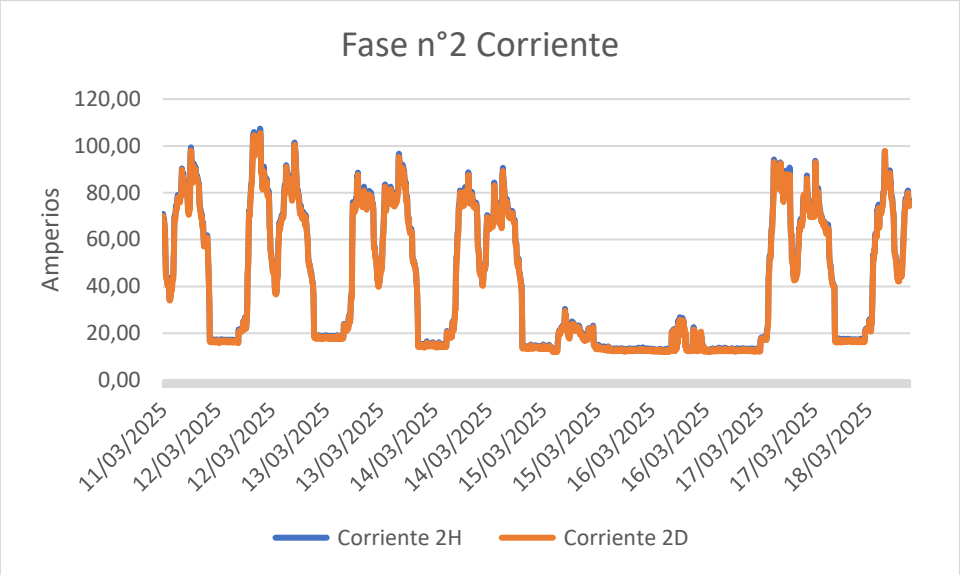
Comportamiento de corriente Fase 1 Hioki con dispositivo propuesto



La gráfica muestra la corriente en la Fase n°1 del 11/03/2025 al 18/03/2025, con picos diarios altos y valores bajos en la noche. La Corriente (H) en azul presenta variaciones más bruscas, mientras que la corriente (D) en naranja tiene una tendencia similar estable. Se observa una disminución el 15 y 16 de marzo.

Figura 29

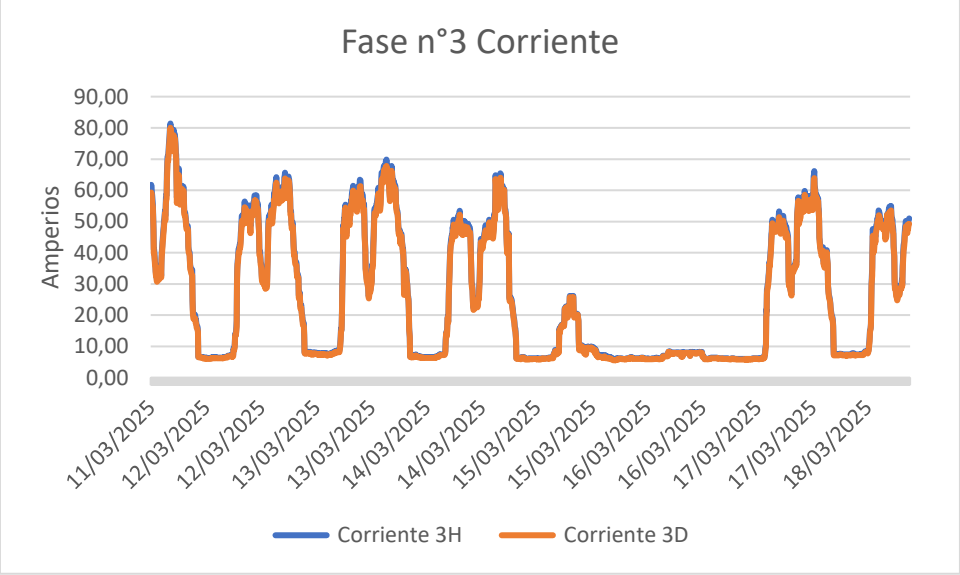
Comportamiento de corriente Fase 2 Hioki con dispositivo propuesto



La gráfica de la Fase n°2 muestra variaciones de corriente del 11/03/2025 al 18/03/2025, con picos diarios altos y descensos en la noche. La corriente (H) en azul presenta fluctuaciones más bruscas, mientras que la corriente (D) en naranja es más estable. Se observa una reducción de consumo el 15 y 16 de marzo.

Figura 30

Comportamiento de corriente Fase 3 Hioki con dispositivo propuesto



La gráfica de la Fase n°3 representa la corriente medida entre el 11 y el 18 de marzo de 2025. Se observan picos regulares durante el día y una caída casi total en la noche, especialmente el 15 y 16 de marzo, cuando el consumo es mínimo. La señal azul corriente (H) muestra mayor variabilidad, mientras que la naranja (DISPOSITIVO) es más estable

4.2.2.3 Comportamiento de medición de potencia entre equipo patrón y dispositivo propuesto.

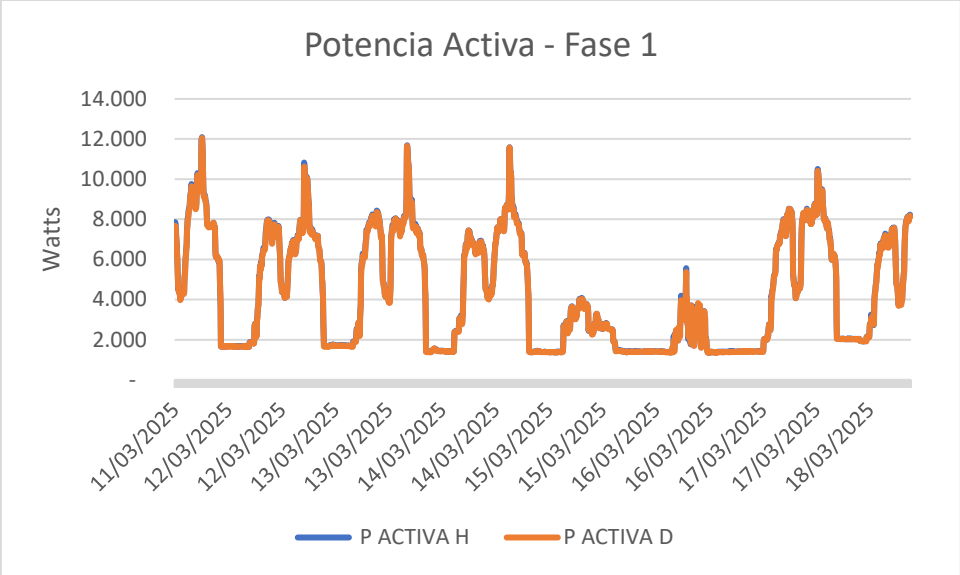
Se presentan las gráficas de potencia correspondientes a las tres fases, las cuales reflejan el comportamiento energético durante los días registrados de medición. En ellas se observa la evolución de los valores obtenidos, comparando las mediciones del dispositivo patrón HIOKI y el dispositivo propuesto. Esta representación permite identificar los momentos de mayor y menor consumo. Asimismo, la distribución de los datos evidencia repeticiones de patrones característicos en la demanda, con fluctuaciones que se mantienen dentro de un rango específico a lo largo del tiempo. Para este ejemplo, se toma en cuenta las variables de (POTENCIA 1 H) haciendo referencia a Hioki y (POTENCIA 1 D) en referencia al prototipo.

Se presentan las gráficas de potencia correspondientes a las 3 fases, las cuales reflejan el comportamiento energético durante los días registrados de medición. En ellas se observa la dinámica semanal de los valores energéticos registrados en la medición, comparando las mediciones de dispositivo patrón y dispositivo propuesto. Esta representación permite identificar momentos de menor y mayor consumo, de igual forma la repetición de la tendencia en los días laborales a lo largo del tiempo estimado.

Etas graficas de potencia activa se obtiene gracias al valor del factor de potencia de 0,95 registrado por el analizador de energía HIOKI, donde fu posible estimar con mayor precisión la potencia activa, partiendo de valores de potencia aparente obtenidos durante las pruebas. Se destaca que las pruebas fueron realizadas en base a las cargas resistivas lo que facilito la interpretación de los resultados. Para estos ejemplos, se consideran las variables (POTENCIA 1 H), correspondiente al HIOKI, y (POTENCIA 1 D) que corresponde al dispositivo propuesto.

Figura 31

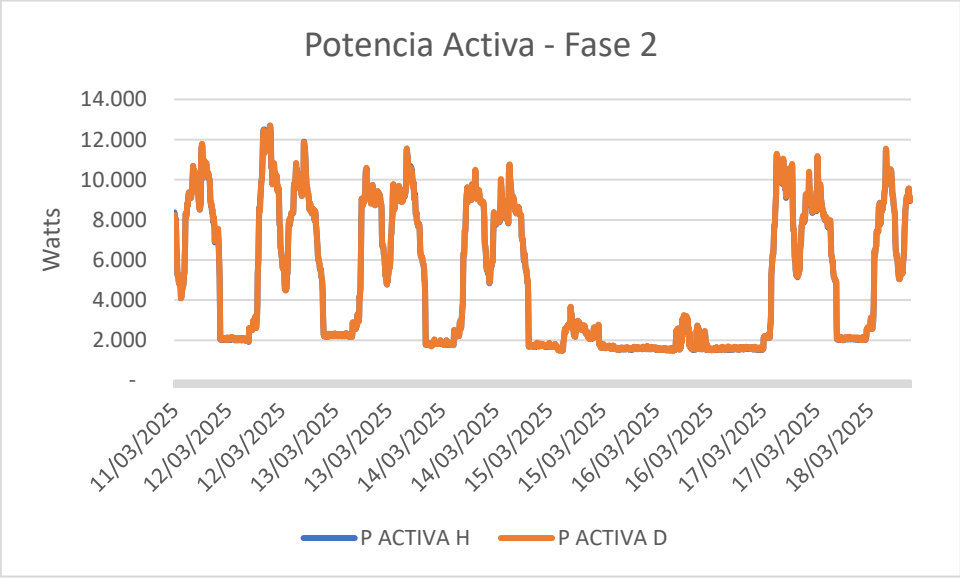
Comportamiento de potencia Fase 1 equipo patron con dispositivo propuesto



En esta grafica se presentan las curvas en referencia a la potencia activa n°1 en el periodo de tiempo, las fluctuaciones son estables entre la serie azul (Potencia 1H), mientras que la serie naranja (Potencia 1D) presenta un comportamiento similar con la misma tendencia en picos. En el transcurso final de la gráfica su registro disminuye, ambos valores aumentan después sugiriendo una reactivación del sistema.

Figura 32

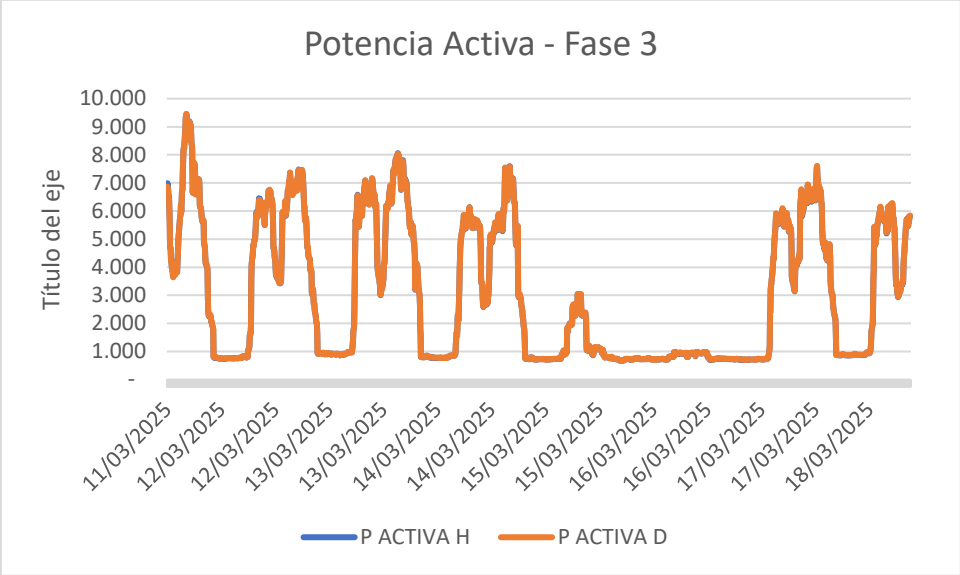
Comportamiento de potencia Fase 2 equipo patron con dispositivo propuesto



La grafica de la potencia n°2 muestra un comportamiento similar a la de la potencia n°1. con los valores de potencia registrados durante el mismo trascurso de tiempo. La serie azul (Potencia H) presenta fluctuaciones mínimas mayormente marcadas con picos frecuentes, mientras que la serie naranja (Potencia D) es mayormente estable con las mismas variaciones.

Figura 33

Comportamiento de potencia Fase 3 equipo patron con dispositivo propuesto



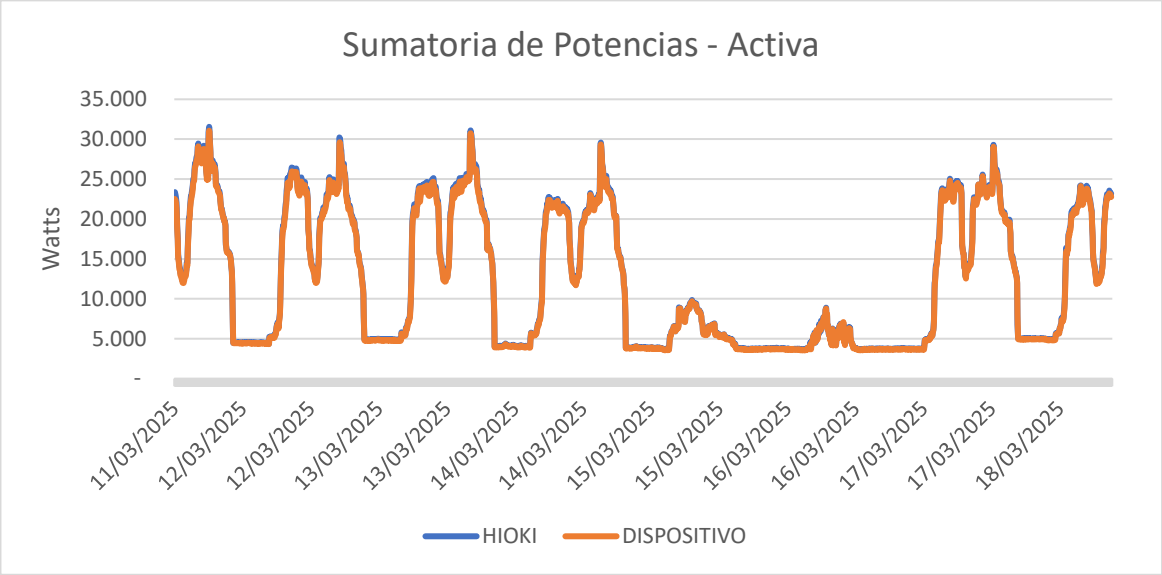
La grafica de la potencia n°3 muestra un patrón similar a las anteriores, con los picos en las mismas franjas horarias y con la serie azul (Potencia 3H) con una respuesta más detallada a la serie naranja (Potencia 3D). Observando ciclos similares a lo largo del tiempo con demandas altas y caídas bruscas. Teniendo en cuenta el mismo ciclo al final de la gráfica.

4.2.2.4 Sumatoria de potencias de equipo patrón y dispositivo propuesto

El gráfico de potencias refleja la tendencia en la demanda energética, mostrando la suma de las tres fases medidas por el Hioki y el prototipo. Se aprecia un comportamiento similar entre ambos dispositivos, con picos de potencia recurrentes en horarios específicos, lo que sugiere patrones de consumo constantes. El Hioki presenta mayores fluctuaciones, mientras que en ciertos periodos se observa una disminución en el consumo, indicando posibles momentos de baja actividad.

Figura 34

Sumatoria de potencias



Esta grafica representa la comparación del dispositivo patrón y el dispositivo de referencia Hioki. Se observa que las dos curvas siguen un comportamiento similar a lo largo del tiempo, reflejando los mismos patrones de consumo y variaciones diarias. Sin embargo, existen mínimas magnitudes en picos de la medición de potencias. Permitiendo notar la precisión del dispositivo propuesto y analizar posibles ajustes o mejoras para reducir el margen de error respeto al equipo patrón.

5. Análisis y discusión de los resultados

El realizo el estudio y análisis de los resultados obtenidos del sistema desarrollado, se tiene en cuenta que se trabajó con un dispositivo de referencia a la hora de comprar estos datos obtenidos y verificar la eficacia a la hora de obtener sus respectivas mediciones de las variables acordada, resaltando su utilidad a la hora de ser implementado en trabajos similares. Además, se evaluó el patrón de consumo de acuerdo a las curvas de demanda obtenidas.

5.1.1 Presentación de datos de error en equipo patrón y dispositivo propuesto

Para poder evaluar la precisión del sistema desarrollado, se pudo realizar una comparación entre las mediciones obtenidas con el dispositivo patrón Hioki y la registradas por el prototipo, se considera variables claves como voltaje (V) y corriente (A). Se calculo el error relativo (%) en cada caso con la ecuación mencionada en el capítulo 4.1

La siguiente tabla resume los resultados obtenidos en distintos instantes de medición:

Tabla 11

Error Operativo de variables

Fecha	Hora	Corriente		% Error Relativo	Voltaje		% Error Relativo
		HIOKI	Dispositivo		HIOKI	Dispositivo	
11/03/2025	11:35:00	98,80	96,87	2%	124,13	122,38	1%
11/03/2025	11:40:00	99,10	97,19	2%	124,03	121,78	2%
11/03/2025	11:45:00	97,60	96,02	2%	124,07	122,29	1%
11/03/2025	11:50:00	96,50	94,69	2%	124,20	122,64	1%
11/03/2025	11:55:00	93,40	91,81	2%	124,30	122,53	1%
11/03/2025	12:00:00	88,00	87,14	1%	124,53	123,25	1%
11/03/2025	12:05:00	80,90	80,48	1%	124,90	123,42	1%
11/03/2025	12:10:00	73,70	73,45	0%	125,17	123,84	1%
11/03/2025	12:15:00	65,40	64,43	1%	125,17	124,14	1%
11/03/2025	12:20:00	62,80	61,75	2%	125,30	124,64	1%
11/03/2025	12:25:00	60,90	59,59	2%	125,43	125,19	0%
11/03/2025	12:30:00	59,00	57,90	2%	125,63	124,48	1%
11/03/2025	12:35:00	57,80	56,94	1%	125,63	125,17	0%
11/03/2025	12:40:00	55,50	54,67	1%	125,67	125,03	1%
11/03/2025	12:45:00	54,90	54,04	2%	125,73	125,18	0%
11/03/2025	12:50:00	54,00	53,32	1%	125,77	125,05	1%

11/03/2025	12:55:00	52,90	52,05	2%	125,53	125,36	0%
11/03/2025	13:00:00	52,70	51,81	2%	125,57	125,21	0%
11/03/2025	13:05:00	51,20	50,55	1%	125,63	125,26	0%
11/03/2025	13:10:00	51,10	50,30	2%	125,63	125,22	0%
11/03/2025	13:15:00	51,50	50,51	2%	125,57	124,98	0%
11/03/2025	13:20:00	52,80	51,75	2%	125,63	125,07	0%
11/03/2025	13:25:00	53,40	52,58	2%	125,53	125,32	0%
11/03/2025	13:30:00	54,10	53,30	1%	125,60	125,08	0%
11/03/2025	13:35:00	54,40	53,46	2%	125,63	125,76	0%
11/03/2025	13:40:00	55,50	54,08	3%	125,60	125,07	0%
11/03/2025	13:45:00	57,60	56,77	1%	125,67	125,15	0%
11/03/2025	13:50:00	60,90	59,81	2%	125,67	125,20	0%
11/03/2025	13:55:00	60,70	59,34	2%	125,50	125,35	0%
11/03/2025	14:00:00	67,80	66,23	2%	125,37	125,26	0%
11/03/2025	14:05:00	73,30	71,15	3%	125,17	125,24	0%
11/03/2025	14:10:00	80,80	78,47	3%	124,93	124,38	0%
11/03/2025	14:15:00	85,20	83,55	2%	124,83	124,69	0%
11/03/2025	14:20:00	86,10	84,51	2%	124,83	124,54	0%
11/03/2025	14:25:00	90,30	88,39	2%	124,57	124,75	0%
11/03/2025	14:30:00	92,70	90,98	2%	124,37	124,59	0%
11/03/2025	14:35:00	96,50	94,27	2%	124,53	124,30	0%
11/03/2025	14:40:00	96,30	94,93	1%	124,40	124,62	0%
11/03/2025	14:45:00	98,90	97,25	2%	124,47	124,52	0%
11/03/2025	14:50:00	99,90	98,03	2%	124,70	124,42	0%
11/03/2025	14:55:00	102,50	100,26	2%	124,77	124,98	0%
11/03/2025	15:00:00	104,80	103,08	2%	124,53	125,01	0%
11/03/2025	15:05:00	106,10	104,07	2%	124,43	124,52	0%
11/03/2025	15:10:00	106,50	104,94	1%	124,33	124,47	0%
11/03/2025	15:15:00	110,80	108,47	2%	124,37	124,21	0%
11/03/2025	15:20:00	114,10	112,35	2%	124,33	124,24	0%
11/03/2025	15:25:00	114,10	112,44	1%	124,33	124,66	0%
11/03/2025	15:30:00	115,40	113,46	2%	124,33	124,60	0%
11/03/2025	15:35:00	117,00	115,52	1%	124,13	124,26	0%
11/03/2025	15:40:00	117,80	115,78	2%	124,30	124,25	0%
11/03/2025	15:45:00	118,60	117,02	1%	124,17	124,12	0%
11/03/2025	15:50:00	122,50	120,10	2%	124,37	124,09	0%
11/03/2025	15:55:00	124,60	123,09	1%	124,40	124,44	0%
11/03/2025	16:00:00	122,40	120,81	1%	124,30	124,38	0%
11/03/2025	16:05:00	122,40	120,86	1%	124,27	124,04	0%
11/03/2025	16:10:00	122,10	120,44	1%	124,40	123,95	0%
11/03/2025	16:15:00	122,60	120,89	1%	124,43	124,81	0%
11/03/2025	16:20:00	119,10	118,13	1%	124,60	124,51	0%
11/03/2025	16:25:00	116,10	114,81	1%	124,67	124,27	0%
11/03/2025	16:30:00	116,20	114,27	2%	124,47	124,22	0%
11/03/2025	16:35:00	116,20	114,37	2%	124,47	124,04	0%

11/03/2025	16:40:00	118,20	116,20	2%	124,57	124,45	0%
11/03/2025	16:45:00	121,70	119,67	2%	124,60	124,40	0%
11/03/2025	16:50:00	122,40	120,39	2%	124,57	124,68	0%
11/03/2025	16:55:00	123,20	121,65	1%	124,63	124,48	0%
11/03/2025	17:00:00	121,90	120,38	1%	124,90	124,84	0%
11/03/2025	17:05:00	118,50	117,50	1%	125,13	124,76	0%
11/03/2025	17:10:00	117,10	115,57	1%	125,07	124,95	0%
11/03/2025	17:15:00	115,60	114,38	1%	125,03	124,98	0%
11/03/2025	17:20:00	113,70	111,89	2%	125,03	124,92	0%
11/03/2025	17:25:00	109,60	108,94	1%	124,93	125,17	0%
11/03/2025	17:30:00	106,50	104,74	2%	125,10	125,32	0%
11/03/2025	17:35:00	107,70	105,93	2%	125,03	125,28	0%
11/03/2025	17:40:00	106,80	105,26	1%	124,53	124,58	0%
11/03/2025	17:45:00	107,60	105,21	2%	124,57	124,95	0%
11/03/2025	17:50:00	130,40	125,42	4%	124,33	124,53	0%
11/03/2025	17:55:00	133,30	130,84	2%	124,57	124,98	0%
11/03/2025	18:00:00	131,60	130,13	1%	124,67	124,89	0%
11/03/2025	18:05:00	126,80	125,42	1%	124,90	125,15	0%
11/03/2025	18:10:00	119,20	118,71	0%	125,23	125,33	0%
11/03/2025	18:15:00	111,90	110,98	1%	124,87	125,23	0%
11/03/2025	18:20:00	110,70	109,43	1%	124,90	125,07	0%
11/03/2025	18:25:00	111,70	109,85	2%	124,93	124,81	0%
11/03/2025	18:30:00	114,90	113,25	1%	124,47	124,86	0%
11/03/2025	18:35:00	115,60	114,23	1%	124,47	124,34	0%
11/03/2025	18:40:00	114,50	113,31	1%	124,17	124,65	0%
11/03/2025	18:45:00	112,00	110,76	1%	124,37	124,19	0%
11/03/2025	18:50:00	112,50	110,93	1%	124,77	124,56	0%
11/03/2025	18:55:00	113,20	111,77	1%	125,10	124,80	0%
11/03/2025	19:00:00	112,30	111,15	1%	125,00	124,94	0%
11/03/2025	19:05:00	108,50	107,61	1%	125,20	124,89	0%
11/03/2025	19:10:00	102,90	102,02	1%	124,73	124,73	0%
11/03/2025	19:15:00	102,80	101,34	1%	124,70	125,05	0%
11/03/2025	19:20:00	102,70	101,33	1%	124,70	124,96	0%
11/03/2025	19:25:00	102,30	101,11	1%	124,77	124,94	0%
11/03/2025	19:30:00	101,10	99,86	1%	124,87	124,78	0%
11/03/2025	19:35:00	100,00	98,68	1%	124,90	125,11	0%
11/03/2025	19:40:00	99,20	98,19	1%	124,97	125,33	0%
11/03/2025	19:45:00	98,80	97,51	1%	125,10	125,46	0%
11/03/2025	19:50:00	98,70	97,38	1%	125,20	125,28	0%
11/03/2025	19:55:00	96,50	95,54	1%	125,37	125,96	0%
11/03/2025	20:00:00	93,50	92,76	1%	125,50	126,34	1%
11/03/2025	20:05:00	90,40	89,31	1%	125,50	126,07	0%
11/03/2025	20:10:00	89,00	87,97	1%	125,73	126,41	1%
11/03/2025	20:15:00	89,20	87,88	1%	125,87	126,65	1%
11/03/2025	20:20:00	87,50	86,27	1%	125,90	126,81	1%

11/03/2025	20:25:00	86,30	85,44	1%	125,97	126,66	1%
11/03/2025	20:30:00	85,00	83,77	1%	125,93	127,01	1%
11/03/2025	20:35:00	84,00	82,88	1%	126,03	127,08	1%
11/03/2025	20:40:00	84,00	82,88	1%	126,13	127,41	1%
11/03/2025	20:45:00	81,90	81,00	1%	126,20	127,53	1%
11/03/2025	20:50:00	82,20	81,13	1%	126,30	127,50	1%
11/03/2025	20:55:00	80,30	78,77	2%	126,43	127,63	1%
11/03/2025	21:00:00	69,80	70,74	1%	126,63	127,68	1%
11/03/2025	21:05:00	67,90	66,60	2%	126,57	128,03	1%
11/03/2025	21:10:00	66,60	65,42	2%	126,70	128,02	1%
11/03/2025	21:15:00	66,30	64,89	2%	126,90	128,18	1%
11/03/2025	21:20:00	65,80	64,68	2%	126,93	128,38	1%
11/03/2025	21:25:00	65,90	64,66	2%	126,90	128,07	1%
11/03/2025	21:30:00	66,10	64,85	2%	126,80	128,24	1%
11/03/2025	21:35:00	65,50	64,41	2%	127,03	128,29	1%
11/03/2025	21:40:00	64,90	63,73	2%	127,07	128,30	1%
11/03/2025	21:45:00	64,60	63,40	2%	127,07	128,73	1%
11/03/2025	21:50:00	63,40	62,38	2%	127,13	128,93	1%
11/03/2025	21:55:00	61,30	60,64	1%	127,27	128,70	1%
11/03/2025	22:00:00	58,60	57,81	1%	127,27	128,65	1%
11/03/2025	22:05:00	55,20	54,90	1%	127,37	128,88	1%
11/03/2025	22:10:00	48,80	48,85	0%	127,57	129,12	1%
11/03/2025	22:15:00	37,30	39,14	5%	127,63	128,75	1%
11/03/2025	22:20:00	18,50	18,53	0%	127,90	128,89	1%
11/03/2025	22:25:00	18,40	18,05	2%	127,97	129,02	1%
11/03/2025	22:30:00	18,60	18,07	3%	128,00	129,06	1%
11/03/2025	22:35:00	18,60	18,09	3%	128,10	129,10	1%
11/03/2025	22:40:00	18,50	18,28	1%	128,13	129,28	1%
11/03/2025	22:45:00	18,50	18,09	2%	128,03	129,33	1%
11/03/2025	22:50:00	18,50	18,08	2%	128,13	129,35	1%
11/03/2025	22:55:00	18,50	18,10	2%	128,13	129,49	1%
11/03/2025	23:00:00	18,50	18,02	3%	128,30	129,45	1%
11/03/2025	23:05:00	18,70	18,25	2%	128,43	129,59	1%
11/03/2025	23:10:00	18,50	18,03	3%	128,37	129,55	1%
11/03/2025	23:15:00	18,50	18,08	2%	128,27	129,28	1%
11/03/2025	23:20:00	18,50	17,99	3%	128,63	129,47	1%
11/03/2025	23:25:00	18,60	18,05	3%	128,77	129,70	1%
11/03/2025	23:30:00	18,20	17,94	1%	128,97	129,99	1%
11/03/2025	23:35:00	18,20	17,85	2%	128,93	130,16	1%
11/03/2025	23:40:00	18,20	17,79	2%	129,13	130,14	1%
11/03/2025	23:45:00	18,40	17,94	3%	129,07	129,84	1%
11/03/2025	23:50:00	18,50	18,08	2%	128,17	129,09	1%
11/03/2025	23:55:00	18,70	18,36	2%	128,40	129,17	1%

Para este caso se toma como ejemplo la tabla comparativa de error de variables principales como lo son corriente y voltaje, la tabla muestra un ejemplo de cómo se obtiene un error general estimado por los días registrados.

Tabla 12

Porcentaje de error de variables

Fecha	Error Corriente	Error Voltaje
11/03/2025	2%	1%
12/03/2025	2%	0%
13/03/2025	2%	0%
14/03/2025	2%	0%
15/03/2025	2%	0%
16/03/2025	3%	1%
17/03/2025	2%	0%
18/03/2025	2%	0%
Sumatoria	**2%**	**1%**

En la tabla anterior se resume un porcentaje de error relativo donde se aprecia la sumatoria directa de los mismos, para lo cual el promedio directo de error en la variable de corriente es del 2% y de voltaje del 1%.

5.1.2 Análisis de error en las mediciones de voltaje

El error en la medición de voltaje se mantiene en un rango entre 0% y 3%. Esto indica que el prototipo ofrece mediciones relativamente precisas, por una baja variabilidad en la estimación del voltaje

Un error del 1 o 2% generalmente para este caso no representaría una desviación significativa respecto a los valores reales. Sin embargo, es importante considerar la mejoría en la calibración del sensor de voltaje para reducir mayormente la diferencia.

5.1.3 Análisis de error en las mediciones de corriente

De acuerdo con las mediciones y las gráficas, la corriente presenta un error promedio del 2 %, lo que indica un buen nivel de precisión, adecuado para el análisis del consumo eléctrico.

Este margen de error mantiene una tendencia estable, sin diferencias significativas en los picos de demanda, como se observa en las gráficas.

La correcta calibración de los sensores y la eficiencia en el procesamiento de datos, especialmente en la alineación del reloj y la toma de muestras, contribuyen a la estabilidad de las mediciones.

Precisión del sensor de corriente: El dispositivo al ser accesible y económico podría depender de la calidad a la hora de tomar datos, presentando limitaciones en su exactitud si no es calibrado de la manera correcta, por lo que en cambios bruscos o de líneas más intentas podría perder su calibración establecida.

Ruido en la señal: Durante la medición en el cuarto técnico, se observó que la proximidad entre los cables de distintas líneas influye en la señal captada. Dado que el tamaño del cable es proporcional al campo electromagnético que genera, este fenómeno puede inducir interferencias en el sistema de medición. Además, la sensibilidad del sensor se hizo evidente en la instalación del dispositivo, reflejando una alta susceptibilidad a estos factores electromagnéticos.

Diferencias de calibración: Los valores de calibración influyen directamente en los resultados arrojados, porque existen ciertas formulas las cuales se pueden probar por medio del lenguaje de programación.

5.2 Análisis general del conjunto de datos

5.2.1 Cantidad total de datos medidos

En el análisis del conjunto de datos se registró un total de 288 datos por día, lo que corresponde a una frecuencia de medición de un dato cada cinco minutos durante las 24 horas del día. Para este proceso se programó tanto el dispositivo patrón como el dispositivo propuesto, ambos configurados con esta misma periodicidad de muestreo.

Este volumen de datos resulta adecuado y manejable para su organización en hojas de cálculo, facilitando el análisis detallado del comportamiento del consumo energético a lo largo

del tiempo. Además, permite observar con claridad la distribución horaria de la demanda, lo cual es fundamental para identificar patrones y momentos de mayor o menor consumo.

5.2.2 Cantidad de Outliers

Para el proceso de análisis y recolección de los datos se tiene en cuenta en el conjunto de datos estudiados la revisión para identificar posibles outliers o valores atípicos que puedan presentar alguno de los dos dispositivos utilizados para identificar alguna afectación del análisis, pero para este caso se realizó mediante inspección visual en las grafica correspondientes y como resultado no se observó outliers significativos en los datos recolectados durante el tiempo establecido de toma de datos, esto indica que las mediciones entre corriente y voltaje del dispositivo propuesto y equipo patrón han sido consistentes y no presentaron calores fuera del comportamiento esperado, reforzando la confiabilidad del conjunto de datos para los análisis posteriores.

5.3 Evaluación del consumo energético

5.3.1 Promedios de energía por día

En este análisis se obtuvieron las mediciones de potencia general en watts para cada día, las cuales se clasificaron en tres categorías: promedio general, laboral e inactivo. La potencia general diaria fue segmentada en función de dos franjas horarias clave: la jornada laboral y la jornada inactiva.

La jornada laboral se definió como el periodo comprendido entre las 7:00 AM y las 6:00 PM, abarcando un total de 11 horas correspondientes al horario diurno. Por otro lado, la jornada inactiva se estableció entre las 12:00 AM y las 5:00 AM, sumando 5 horas en las que se espera una menor actividad y, por tanto, un consumo energético más reducido.

A partir de las potencias promedio obtenidas para cada franja horaria, se realizó la conversión a kilovatios (kW) y posteriormente se calculó el consumo energético expresado en kilovatios-hora (kWh). Este procedimiento permitió caracterizar de manera diferenciada el comportamiento de la energía en cada periodo del día, lo cual es clave para identificar patrones de uso y plantear estrategias de optimización del consumo.

Se da importancia que durante el proceso se trabajó con cargas resistivas, lo que permitió contar con condiciones más estables en las mediciones. Las pruebas realizadas por el equipo

patrón HIOKI arrojo un valor de factor de potencia de 0,95, lo que permitió calcular la energía activa consumida. Este valor expresado en (kW/h), representa el consumo que se analiza en este apartado.

Tabla 13

Promedio consumo energético 11/03/2025

ENERGIA	HIOKI	DISPOSITIVO
Energía KW Laboral	21,969	21,640
Energía KW inactivo	5,058	4,979
Energía Laboral kW/h	241,662	238,037
Energía Inactiva kW/h	25,292	24,895

Se presenta el consumo energético laboral para el día martes en estado activo mostrando valores elevados y estables en los dos equipos, validando confiabilidad del dispositivo propuesto en condiciones normales.

Tabla 14

Promedio consumo energético 12/03/2025

ENERGIA	HIOKI	DISPOSITIVO
Energía KW Laboral	22,066	21,683
Energía KW inactivo	4,614	4,545
Energía Laboral kW/h	242,729	238,514
Energía Inactiva kW/h	23,071	22,725

Existe una leve disminución de la energía inactiva para el día miércoles, pero conservando una tendencia ascendente. Los dos dispositivos conservan una tendencia estable en su medición.

Tabla 15

Promedio consumo energético 13/03/2025

ENERGIA	HIOKI	DISPOSITIVO
Energía KW Laboral	22,598	21,853
Energía KW inactivo	4,975	4,872
Energía Laboral kW/h	244,579	240,383
Energía Inactiva kW/h	24,874	24,358

El aumento se observa en el día jueves relacionado al consumo en jornada laboral, teniendo en cuenta como uno de los días de mayor consumo, confirmando que hay capacidad para detectar esta fluctuación en las medidas.

Tabla 16

Promedio consumo energético 14/03/2025

ENERGIA	HIOKI	DISPOSITIVO
Energía KW Laboral	20,349	20,067
Energía KW inactivo	4,358	4,267
Energía Laboral kW/h	223,840	220,732
Energía Inactiva kW/h	21,790	21,333

El día viernes presenta una diferencia significativa en el consumo laboral asociada a una leve disminución operativa y condiciones de uso, el dispositivo propuesto mantiene un desempeño sobresaliente ante estas fluctuaciones

Tabla 17

Promedio consumo energético 15/03/2025

ENERGIA	HIOKI	DISPOSITIVO
Energía KW Laboral	6,669	6,567
Energía KW inactivo	3,836	3,766
Energía Laboral kW/h	73,361	72,237
Energía Inactiva kW/h	19,180	18,830

El consumo laboral asociada al día sábado es bastante notable, presentando una caída drástica a los días anteriores, mientras que el consumo inactivo también disminuye por cuestiones operativas y baja demanda.

Tabla 18

Promedio energético 16/03/2025

ENERGIA	HIOKI	DISPOSITIVO
Energía kW Laboral	5,032	4,965
Energía kW inactivo	3,741	3,676
Energía Laboral kW/h	55,348	54,611
Energía Inactiva kW/h	18,703	18,379

La tabla corresponde a los valores de demanda del día domingo, donde claramente están en la menor capacidad en comparación al día sábado, se comprende que las condiciones operativas casi son nulas para este día de la semana

Tabla 19

Promedio energético 17/03/2025

ENERGIA	HIOKI	DISPOSITIVO
Energía kW Laboral	21,527	21,262
Energía kW inactivo	3,876	3,805
Energía Laboral kW/h	236,798	233,878
Energía Inactiva kW/h	19,381	19,024

Se tiene en cuenta que el aumento hace referencia al retorno de labores de un día lunes común sin sobrepasar el nivel del día jueves, las mediciones continúan ligeramente alineadas para el dispositivo propuesto.

5.3.2 Potencia máxima, mínima y promedio por día

En esta sección se analizan los valores de potencia máxima, mínima y promedio obtenidos durante la jornada laboral, definida en este estudio como el periodo comprendido entre las 7:00 a.m. y las 6:00 p.m., con una duración total de 11 horas por día. Este rango horario fue seleccionado por corresponder al horario diurno habitual de operación o actividad.

De acuerdo a que las pruebas fueron realizadas con cargas resistivas y considerando el registro del factor de potencia 0,95; se asume que la potencia registrada representa una potencia activa, es decir, la que directamente se convierte en trabajo útil, permitiendo que estos valores analizados representen el consumo aproximado real.

La potencia máxima corresponde al mayor valor registrado dentro de ese intervalo, indicando los momentos de mayor demanda durante el uso activo del sistema o equipo. La potencia mínima, por su parte, también se calculó dentro de este rango laboral, permitiendo evaluar los niveles más bajos de consumo incluso en el periodo activo, lo cual resulta útil para analizar eficiencia y tiempos de reposo o baja carga.

La potencia promedio diaria se refiere a la media de los valores medidos en ese mismo rango de 11 horas (desde las 7:00 a.m. hasta las 6:00 p.m.), con una frecuencia de un dato cada cinco minutos. Esta aproximación proporciona un panorama más preciso del comportamiento energético diario bajo condiciones de trabajo regulares.

Se presentan en las siguientes tablas la distribución de valores específicos en referencia a la medición máxima y mínima de los días de medición, tomando en cuenta la hora a la cual este valor se presenta:

Tabla 20

Potencia máxima y mínima por día - Dispositivo patrón

HIOKI						
Dia	**Fecha**	**Máxima (W)**	**Hora**	**Mínima (W)**	**Hora**	**Promedio (W)**
Martes	11/03/2025	31.549	5:55 p. m.	10.084	7:00 a. m.	21.969
Miércoles	12/03/2025	30.214	5:50 p. m.	9.573	7:00 a. m.	22.066
Jueves	13/03/2025	31.094	5:55 p. m.	11.526	7:00 a. m.	22.234
Viernes	14/03/2025	29.585	5:50 p. m.	10.068	7:00 a. m.	20.349
Sábado	15/03/2025	9.846	10:35 a. m.	3.792	6:55 p. m.	6.669
Domingo	16/03/2025	8.889	11:10 a. m.	3.608	5:30 p. m.	5.032
Lunes	17/03/2025	29.283	5:50 p. m.	7.372	7:00 a. m.	21.527

Estos resultados arrojan que el dispositivo patrón durante la los días de medición, tuvo un comportamiento muy marcado entre los días laborales y fines de semana. De martes a viernes y lunes la potencia registrada se mantuvo relativamente alta con un patrón similar, tomando en cuenta que la potencia máxima siempre ocurre entre las 5:30 pm a 6:00 pm., mientras que la potencia mínima de acuerdo a la referencia de jornada laboral siempre se encuentra entre las 7:00 am representando el inicio gradual de las jornadas laborales. En cambio, el sábado y domingo el consumo bajó de forma considerable, sin horarios fijos para los valores extremos, lo cual refleja una actividad reducida o nula en esos días.

Tabla 21

Potencia máxima y mínima por día - Dispositivo propuesto

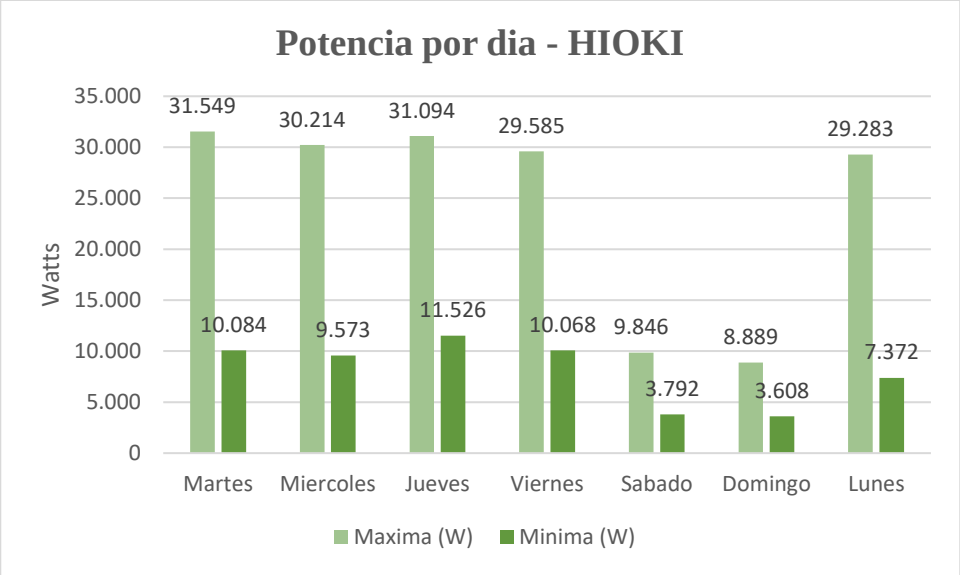
DISPOSITIVO						
Dia	**Fecha**	**Máxima (W)**	**Hora**	**Mínima (W)**	**Hora**	**Promedio (W)**
Martes	11/03/2025	31.069	5:55 p. m.	9.972	7:00 a. m.	21.640
Miércoles	12/03/2025	29.634	5:55 p. m.	8.990	7:00 a. m.	21.683
Jueves	13/03/2025	30.745	5:55 p. m.	11.109	7:00 a. m.	21.853
Viernes	14/03/2025	29.320	5:50 p. m.	9.584	7:00 a. m.	20.067
Sábado	15/03/2025	9.691	10:35 a. m.	3.675	6:55 p. m.	6.567
Domingo	16/03/2025	8.748	11:10 a. m.	3.543	7:00 a. m.	4.965
Lunes	17/03/2025	29.283	5:55 p. m.	7.044	7:00 a. m.	21.262

Para el caso del dispositivo propuesto, se observa un comportamiento muy similar al dispositivo patrón. Durante los días laborales, la potencia máxima vuelve a concentrarse entre las 5:30 y 6:00 pm, mientras que la mínima se presenta de forma constante y de igual manera entre las 7:00 am. El promedio diario de estos días se mantiene entre los 24.070 W.

De acuerdo a los resultados presentados se obtuvieron graficas para observar de mejor forma el comportamiento de los días registrados y sus potencias especificas:

Figura 35

Comparativa potencia máxima y mínima para cada día dispositivo patron

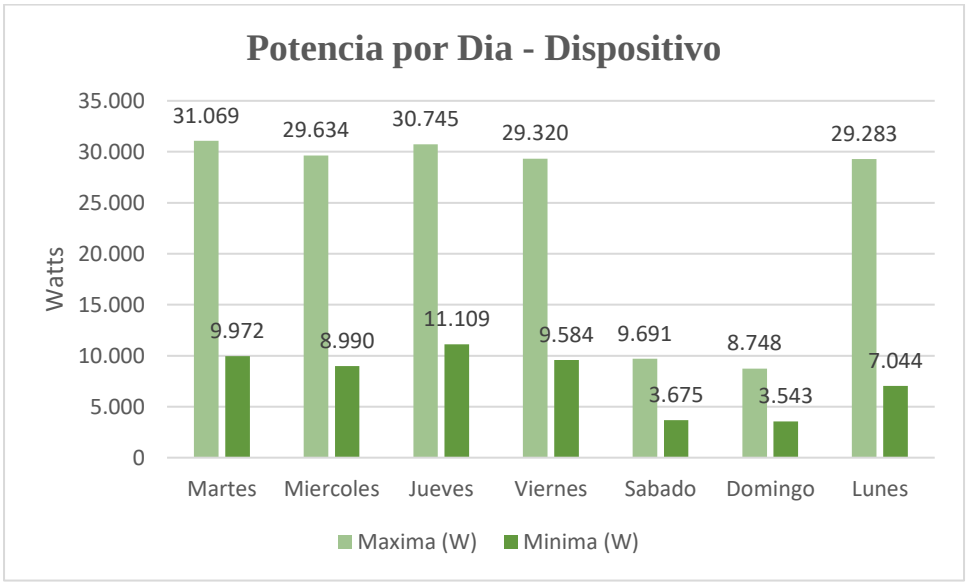


De acuerdo a la gráfica del dispositivo patrón HIOKI se observa quede martes a jueves en potencias máximas, el consumo de mantiene de forma similar llegando a ser el martes el máximo pico con 31.549 Watts de potencia.

Se toma en cuenta el fin de semana el cual su descenso es considerable. En cuanto a la potencia mínima de fin de semana es casi similar.

Figura 36

Comparativa potencia máxima y mínima dispositivo propuesto



Los datos arrojados por el dispositivo propuesto muestran una tendencia similar al equipo patrón en los mayores días de consumo, repitiendo los días martes y jueves, aunque la diferencia en sus picos sigue siendo cercana.

5.3.3 Promedio de energía total por día

Este estudio permitió calcular el promedio diario de energía activa consumida, considerando el horario laboral y horario inactivo, para ello se utilizado la potencia activa calculada gracias al factor de potencia registrado por el dispositivo patrón HIOKI reflejando una distribución del consumo de acuerdo a los días establecidos.

Tabla 22

Promedios de energía por día dispositivo patrón y dispositivo propuesto

Dia	HIOKI (kWh)	Dispositivo (kWh)
Lunes	256,179	252,902
Martes	266,953	262,932
Miércoles	265,801	261,239
Jueves	269,453	264,741
Viernes	245,630	242,065
Sábado	92,541	91,067
Domingo	74,051	72,990

5.3.4 Promedio de energía inactiva y laboral por día

Los cálculos para obtener el promedio de energía día se basaron en la energía diaria en franjas horarias como periodo laboral (7:00 am a 6:00 pm) y periodo inactivo (12:00 pm a 5:00 am). Este resultado se muestra directamente en las tablas presentadas a continuación:
Este análisis se basó en obtener la energía consumida en las fechas establecidas, para ellos se obtuvo valores de energía en KW (Kilovatios) y en KWh (Kilovatios - hora), esto con el fin de separar datos de jornadas.

Tabla 23

Energía laboral e inactiva por día - Dispositivo patrón

HIOKI				
Dia	**Energía KwLaboral**	**Energía Kw inactivo**	**Energía Laboral Kwh**	**Energía Inactiva Kwh**
lunes	21,527	3,876	236,798	19,381
Martes	21,969	5,058	241,662	25,292
miércoles	22,066	4,614	242,729	23,071
jueves	22,234	4,975	244,579	24,874
viernes	20,349	4,358	223,840	21,790
sábado	6,669	3,836	73,361	19,180
domingo	5,032	3,741	55,348	18,703

Tabla 24

Energía Laboral e inactiva por día - Dispositivo propuesto

DISPOSITIVO				
Dia	**Energía KwLaboral**	**Energía Kw inactivo**	**Energía Laboral Kwh**	**Energía Inactiva Kwh**
lunes	21,262	3,805	233,878	19,024
Martes	21,640	4,979	238,037	24,895
miércoles	21,683	4,545	238,514	22,725
jueves	21,853	4,872	240,383	24,358
viernes	20,067	4,267	220,732	21,333
sábado	6,567	3,766	72,237	18,830
domingo	4,965	3,676	54,611	18,379

Las tablas °n 22 y 23 presentan el estudio de los resultados para el dispositivo patrón y el dispositivo propuesto, repartiendo los datos de consumo de energía para los días directos laboral y fin de semana

De acuerdo a los datos obtenidos se puede tener como referencia de consumo que la energía laboral es mayor los días jueves con 240,383 kWh de registro de dispositivo propuesto y 144,579 kWh registrados por el dispositivo patrón.

5.3.5 Promedio de energía semanal

Este análisis presenta el consumo energético total registrado a lo largo de la semana, incluyendo los días laborales y fin de semana. La suma refleja directamente la energía activa consumida en ambos periodos (laboral e inactivo) ya que los valores fueron calculados considerando el factor de potencia registrado por el dispositivo patrón.

El dispositivo patrón alcanzo un consumo ligeramente mayor con 1.447,936 kWh, mientras que el dispositivo propuesto logro tener un valor cercano de 1.470,607 kWh, sugiriendo una diferencia mínima entre ambos y confirma la efectividad de las mediciones realizadas del prototipo.

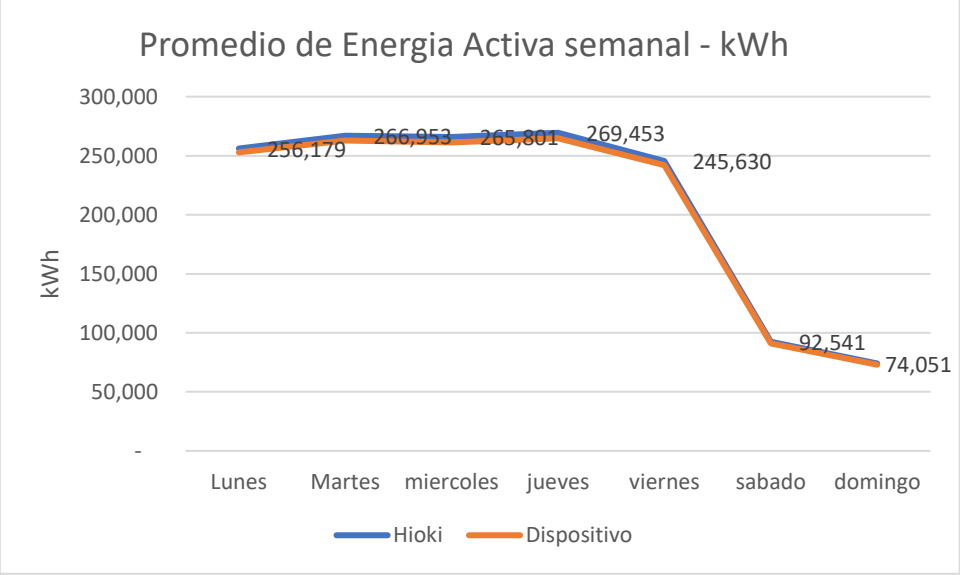
Tabla 25

Promedio de consumo semanal (kWh)

Equipo	∑ Energía Semanal (kWh)
DISPOSITIVO	1.447,936
HIOKI	1.470,607

Figura 37

Diferencia de comportamiento de energía semanal



En la figura N°34 se presenta el comportamiento semanal de los dos dispositivos, evidenciando la tendencia estable en los picos de energía durante los días laborales. El consumo tiene a disminuir de forma notable el domingo, atribuyendo a la ausencia casi total de personal administrativo. El día sábado muestra un leve aumento respecto al domingo; teniendo en cuenta las observaciones en los estudios de potencia, indican que existe una leve actividad durante la mañana por parte del personal de oficina.

5.4 Análisis detallado de patrones u horarios

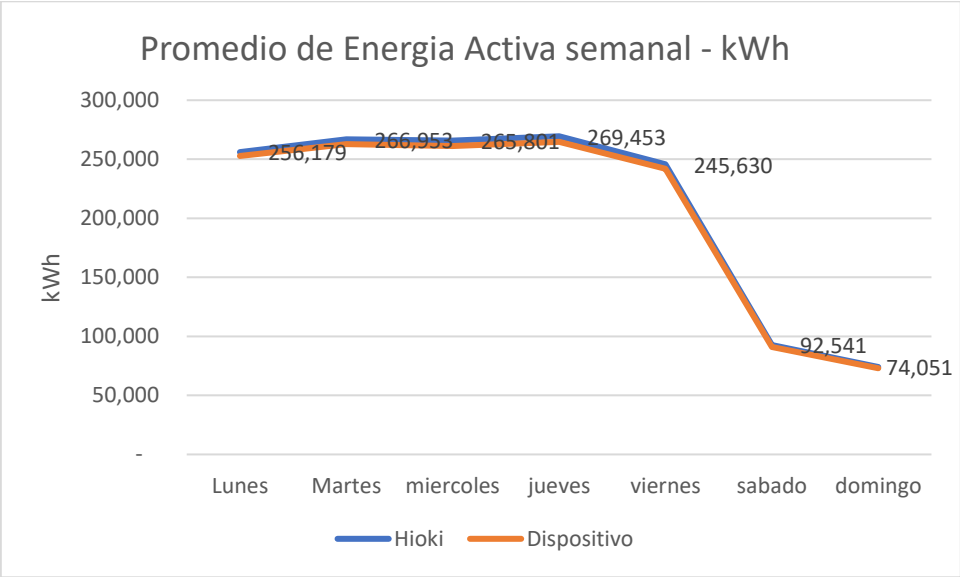
De acuerdo a lo resultados, es de importancia buscar patrones de consumo energético que puedan evidenciar el comportamiento del uso de energía a lo largo del día. Este análisis permite detectar franjas horarias con mayor demanda, diferenciando la varianza de las jornadas. Este proceso permite establecer si el uso de la energía es coherente con las funciones operativas del horario establecido.

5.4.1 Días de mayor consumo de energía

La sumatoria total de datos de energía inactiva y energía laboral, permiten obtener loa datos de mayor y menor consumo de la semana. Los valores se muestran en la siguiente gráfica:

Figura 38

Promedio consumo energético semanal



La línea de la gráfica, aunque sus picos tengan, una tendencia estable, se recalcan los días martes y jueves como los días de mayor consumo de energía directamente con valores entre 266,953 y 269,453 kWh.

5.5 Relación entre caracterización energética y registro de equipos

5.5.1 Comparación entre la estimación teórica y medición de equipo patrón

Para poder evaluar el comportamiento del consumo energético de los dos edificios, se presentó un pequeño estudio de recopilación de datos que permite conocer que equipos eléctricos están instalados en cada espacio. En este análisis se consideran principalmente cargas resistivas, como iluminación y equipos básicos de oficina donde sus potencias nominales son constantes y los cuales se encuentran en mayor cantidad A partir del conteo de equipos y su potencia nominal, se obtuvo una estimación teórica de la demanda máxima de cada edifico, sumando las potencias individuales como s todos los equipos funcionaran simultáneamente al 100% de su capacidad, representando un escenario comparativo.

Tabla 26

Potencia total de edificios

Medida (W)	Ed Holanda	Ed Italia	Total (W)
Potencia Estimada	13.035	37.974	51.009

Posteriormente, la medición más acertada se basó utilizando el dispositivo patrón HIOKI 3197, el cual registro una demanda máxima de 42.150 W durante los horarios establecidos para la toma de datos y de mayor consumo, por lo que se puede obtener una diferencia de la siguiente manera:

$$\frac{51.009 - 42.150}{51.009} \times 100$$

$$\frac{8.859}{51.009} \times 100 = 17.37\ \%$$

Esto representa una diferencia del 17 % con respecto a la estimación teórica de la caracterización:

Tabla 27

Estimación teórica vs estimación experimental

Parámetro	Estimación Teórica (W)	Medición Hioki (W)	Diferencia (%)
Potencia Total	51.009	42.150	17,37%

Observando estos resultados se podría explicar por los siguientes factores:

- Uso no simultaneo de equipos: La estimación teórica hace referencia a los dispositivos en cuestión de que pudieran operar todos al mismo tiempo y a su máxima capacidad, lo cual en el horario habitual no ocurre por la variedad de jornadas y demanda eléctrica.
- Los equipos en ciertas ocasiones permanecen apagados donde usualmente se observó en periodos de medio día o descanso.
- Distribución de carga entre edificios: Las mediciones del equipo patrón Hioki incluyen cargas de los dos edificios. De acuerdo a las explicaciones dadas por el personal encargado, el cuarto técnico distribuía para estas dos estructuras. Por lo que no se pudo determinar de forma experimental cuanto corresponde a cada uno.
- Los edificios de acuerdo a su personal o distribución de personal, hace que uno tenga un consumo más variable y el otro más estable.

La comparación entre esta estimación teórica y la medición real permite concluir que la metodología de la estimación basada en potencia nominal tiende a sobrestimar el consumo real, debido a la naturaleza variable de la demanda en la universidad.

La información obtenida mediante medición real de dispositivo patrón Hioki fue fundamental para validar los cálculos teóricos y conocer el comportamiento natural en cuanto a energía de los edificios.

5.5.2 Comparación entre la estimación teórica y medición de dispositivo propuesto

Para permitir realizar la evaluación del dispositivo propuesto en la medición del consumo energético, se pudo realizar una comparación entre la caracterización que hace referencia a la estimación teórica de la demanda máxima. Esta comparación permitió determinar a qué grado de precisión puede llegar a la hora de hacer la captura de datos.

Se tiene en cuenta ciertas circunstancias, ya que debido a las condiciones de medición y características físicas del sensor SCT-013, la evaluación se pudo llevar a cabo tomando en cuenta únicamente una sola línea de cada fase del sistema eléctrico del edificio. Esto implica que los valores obtenidos representan una parte del consumo total a la hora de poder interpretar los resultados.

Tabla 28

Estimación teórica de potencia en los edificios

Medida (W)	Ed Holanda	Ed Italia	Total (W)
Potencia Estimada	13.035	37.974	51.009

Se toma en cuenta nuevamente los valores de la tabla 12, para este caso poder realizar la comparativa con el dispositivo propuesto. Este registro una demanda máxima de potencia de 31.327 W durante los horarios comunes de consumo. Cabe aclarar que este valor es alcanzado en situaciones donde dos o más sensores SCT-013 han registrado un valor cerca de su límite máximo de 100 A. Dado que el equipo patrón hioki tiene una capacidad de medición superior, se puede establecer una comparación entre ambos dispositivos.

La diferencia de la medición teórica con el dispositivo propuesto se la puede estimar de la siguiente manera:

$$\frac{51.009 - 31.327}{51.009} \times 100$$

$$\frac{19.682}{51.009} \times 100 = 38{,}6\%$$

Esto representa una diferencia del 35 % con respecto a la estimación teórica de la caracterización:

Tabla 29

Estimación teórica vs medición dispositivo propuesto

Parámetro	Estimación Teórica (W)	Medición Dispositivo (W)	Diferencia (%)
Potencia Total	51.009	31.327	38 %

Observando estos resultados se podría explicar por los siguientes factores:

- Límites del sensor STC-013: este sensor utilizado en el dispositivo propuesto tiene una capacidad de 100A, lo que puede generar una subestimación en periodos de alta demanda donde las corrientes en las fases puedan superar este límite.
- Medición individual de línea: Por restricción del tamaño del sensor, solo se pudo medir una de las dos líneas por fase, lo que implico la subestimación de la corriente real
- Diferencia en la detección de equipos: Al compara con el equipo patrón Hioki que puede medir valores superiores a los 33.000 al registrar corrientes mayores de 100A, el equipo propuesto se ve limitado por la capacidad máxima de sus sensores.
- Uso no simultaneo de equipos: Este aspecto se tiene en cuenta, recordando que la referencia de los dispositivos seria en cuestión de que pudieran operar todos al mismo tiempo y a su máxima capacidad, donde por ser jornadas variables en horario y demanda, no puede ocurrir.

5.6 Comparativa de equipo patrón y dispositivo propuesto

Se toman en cuenta la comparativa entre equipo patrón y dispositivo propuesto, con el fin de evaluar el desempeño en la medición del consumo energético y determinar mejor su nivel de precisión en la toma de medidas.

Esta comparativa de los datos obtenidos por ambos dispositivos muestra que, en las condiciones en las que se instalaron estos equipos, muestra un rendimiento dentro de un margen bueno entre las mediciones de corriente, voltaje y potencia.

5.6.1 Diferencia porcentual entre equipo patrón y dispositivo propuesto

Para poder obtener un porcentaje de error de las mediciones llevadas a cabo en los dos dispositivos, se muestra que, en periodos de mediano consumo, la diferencia es menor, mientras que su porcentaje en una mayor demanda, el dispositivo propuesto sigue ofreciendo resultados estables y similares al equipo patrón, como se observa en la siguiente tabla:

Tabla 30

Porcentaje de error entre equipo patrón y dispositivo propuesto

Condición de demanda	Medición Hioki (W)	Medición Equipo Propuesto (W)	Diferencia
Baja	3.589	3.590	**1%**
Media	15.051	15.019	**2%**
Alta	31.305	31.327	**1%**

La tabla numero 29 muestra los resultados en demanda de potencia, demostrando que el dispositivo propuesto mantiene un margen de error bajo y un desempeño aceptable en diferentes niveles de demanda, validando cierta precisión en cuanto a consumo energético.

Se toma en cuenta que para el posterior cálculo de estas mediciones se consideró el factor de potencia obtenida por el dispositivo patrón HIOKI (0,95). Esto permitió realizar la conversión de los valores obtenidos a potencia activa (W) que pueden representar el consumo real de la energía eléctrica. La incorporación de este factor fue fundamental para obtener el consumo estimado y que sea comparable de forma más precisa en sus resultados.

5.6.2 Análisis Comparativo económico del dispositivo propuesto

Durante la investigación se trató de obtener un costo accesible en el ámbito investigativo del dispositivo propuesto. En términos de costos, el prototipo desarrollado aborda una solución económica frente a dispositivos comerciales y profesionales. Con un valor estimado de $205.000 COP, logra medir variables clave como voltaje, corriente, potencia y energía, además de contar con registro autónomo de datos mediante tarjeta microSD que al día de hoy puede permitir

portabilidad en cuanto a software y posibilidad de comunicación inalámbrica por la integración de placas ESP32, Asimismo, es relevante destacar que el diseño contempla la opción de incluir una conexión adicional para la medición de una cuarta línea de corriente, lo cual aporta flexibilidad y permite experimentar con modificaciones futuras del dispositivo.
En la tabla n°26 se presenta un listado de elementos primordiales a la hora de la construcción del dispositivo:

Tabla 31

Listado de componentes dispositivo propuesto

Componente	Cantidad	Precio Unit		Total
ESP 32	1	$ 25.000	$	25.000
Sensor STC-013	3	$ 30.000	$	90.000
Sensor ZMPT101B	1	$ 20.000	$	20.000
Modulo micro SD	1	$ 12.000	$	12.000
RTC DS1307	1	$ 7.000	$	7.000
Baquela	1	$ 8.000	$	8.000
Cables conexión		$ 40.000	$	40.000
Total			$	202.000

De acuerdo a estas referencias en precios se permite obtener un valor de comparativa con dispositivos en el mercado que tengan un trabajo similar, los cuales se han destacado los siguientes equipos.

El dispositivo “Monitor de electricidad trifásico Smart Energy” tiene un costo aproximado de $393.00 COP, según el catálogo de la tienda Mercado Libre oficial de LEMONCO (Libre, 2025), donde mide voltaje, corriente y potencia en el ámbito doméstico con conexión inalámbrica.

El dispositivo “Monitor de energía inteligente para el hogar” tiene un costo aproximado de $521.700 COP, según el catálogo de la tienda SONOF en la plataforma Amazon (2025). Sus funciones se basan en obtener mediciones de tiempo real soportando cargas de 20 Amperios.

Este dispositivo este en la lista de ser mayormente para uso profesional por sus funciones y precio similar al dispositivo patrón utilizado en esta investigación. El analizador de energía Hioki PQ3100 se encuentra en un costo de $21.200.000 COP según el catálogo de T-MENTE (Wholesaler), sus funciones son similares al HIOKI 3197 usado en este trabajo, incluye registro de corriente, potencia, armónicos, etc.

Los precios de los modelos mencionados anteriormente permiten evidenciar que el dispositivo propuesto puede presentar una alternativa económicamente fiable frente a las soluciones disponibles en el mercado, es una opción más didáctica y experimental para entornos educativos, su construcción con los componentes accesibles y diseño modular permite a interesados y desarrolladores la modificación de su lenguaje de programación de acuerdo a la necesidad, favoreciendo el aprendizaje en áreas de potencia y electrónica. Además, su compatibilidad con tecnológicas inalámbricas amplia la posibilidad de integración con sistemas IoT reforzando el potencial como herramienta de formación y desarrollos de ingeniería.

6. Conclusiones

El sistema desarrollado cumplió con los objetivos propuestos, logrando la medición de valores como corriente, voltaje y potencia con estabilidad en entornos de menor consumo y un comportamiento menos capacitivo en instalaciones de mayor demanda. Su implementación permitió registrar datos para su posterior análisis y comparación.

El sistema mostró un desempeño estable, con una mejora notable en la precisión al integrar el módulo ADS1115, el cual permitió una conversión analógica-digital de 16 bits. Sin embargo, se observó que los sensores pueden perder precisión en mediciones instantáneas o en presencia de variaciones bruscas, como ocurrió en el cuarto técnico, a diferencia de las pruebas realizadas en laboratorio, donde los valores fueron más estables. Esto sugiere la necesidad de mejorar los sensores, optimizar la calibración y aplicar aislamiento frente al ruido eléctrico.

Los datos obtenidos incluyen información detallada sobre las variables medidas. La portabilidad de la memoria SD facilitó el acceso ágil a los registros, con la posibilidad futura de adaptar conectividad inalámbrica mediante el ESP32.

El análisis de los datos permitió identificar patrones de consumo en la universidad. Se confirmó que los picos de demanda coinciden con la jornada laboral, con un mayor impacto entre las 4:00 y las 6:00 p. m., lo que sugiere que el consumo está directamente relacionado con la actividad académica y administrativa, en contraste con la idea común de un mayor consumo en horario nocturno. Además, se verificó que la transición a luminarias de menor consumo ha generado una leve reducción en la demanda energética.

A pesar de las medidas implementadas, se evidenció que en ciertas áreas las luminarias permanecen encendidas innecesariamente durante el día, incluso en espacios con suficiente luz natural, lo que representa un consumo evitable. Se recomienda implementar estrategias de optimización basadas en sensores de iluminación y campañas de concienciación para el personal.

Los valores obtenidos por el sistema fueron comparados con los del dispositivo patrón Hioki, evidenciando un comportamiento similar y siguiendo las mismas tendencias en las gráficas. Sin embargo, las mediciones realizadas estuvieron limitadas a una única línea de cada fase debido a la capacidad física del sensor SCT-013. Para optimizar la cobertura y precisión del sistema, se recomienda evaluar sensores con mayor capacidad de medición y un tamaño

adecuado para instalaciones con cables de mayor calibre como los que se encontraron en el cuarto técnico de la universidad.

El sistema desarrollado demuestra ser una opción de bajo costo y permite ser una opción más didáctica y experimental para entornos educativos, su construcción con los componentes accesibles y diseño modular permite a interesados y desarrolladores la modificación de su lenguaje de programación de acuerdo a la necesidad, favoreciendo el aprendizaje en áreas de potencia y electrónica. Para la medición del consumo eléctrico básico, también tiene un potencial significativo de adaptación a distintos entornos. No obstante, se recomienda mejorar la estabilidad de los sensores o evaluar opciones de mayor calidad, así como considerar la implementación de comunicación inalámbrica mediante el ESP32 para mejorar su versatilidad y eficiencia.

El dispositivo presentó un comportamiento aceptable durante las pruebas, debido a que fue evaluado principalmente con cargas resistivas. No obstante, en el entorno real de la universidad, existen tanto cargas resistivas como capacitivas. Por esta razón, se consideró el factor de potencia medido por el equipo patrón HIOKI durante las pruebas, con el fin de ajustar y validar los resultados obtenidos, ya que la presencia de cargas capacitivas en el campus puede influir significativamente en las mediciones reales de consumo energético.

Recomendaciones

Para optimizar el desempeño del sistema de medición, se recomienda mejorar en primer lugar la estabilidad y precisión de los sensores utilizados o de igual manera buscar diferentes alternativas en el mercado que sean de mejor calidad en cuanto a sensibilidad y tamaño a la hora de ser instalados en cables de gran o menor calibre.

Implementar un protocolo de calibración que permita mejorar la precisión de las mediciones de corriente, especialmente si se traslada constantemente a ubicaciones con características eléctricas distintas.

Explorar posibles mejorías en cuanto al aislamiento de los sensores a la hora de una toma de datos, porque se detectó cierta interferencia en espacios reducidos para la instalación de los sensores

Optimizar el funcionamiento hacia la recolección de los datos, sugiriendo implementar conectividad WI-FI del ESP32, permitiendo así el acceso remoto a la información y su respectiva revisión en tiempo real sin una extracción manual de tarjeta SD.

Realizar jornada de sensibilización al personal de la universidad, con el objetivo de permitir conocer el consumo habitual, y así fomentar la importancia de optimizar y realizar prácticas de eficiencia energética.

Trabajos Futuros

Ampliar la capacidad del sistema para medir más variables eléctricas, como el factor de potencia, la potencia activa y la potencia reactiva, con el fin de obtener un análisis más detallado del consumo energético a un menor costo.

Desarrollar una versión actualizada del sistema que incluya conectividad IoT, permitiendo su integración con plataformas de monitoreo energético en la nube para un acceso remoto y en tiempo real.

Realizar estudios comparativos de sensores de voltaje y corriente para determinar cuáles ofrecen un mejor desempeño y adaptabilidad en entornos laborales, especialmente en aquellos con variaciones bruscas de carga.

Validar la adaptabilidad del sistema mediante pruebas en otros edificios con características y patrones de consumo similares, garantizando su eficacia en diferentes condiciones operativas.

Explorar la integración de algoritmos de machine learning para el análisis predictivo del consumo energético, facilitando la detección de anomalías y optimizando la gestión de la demanda en función de patrones repetitivos como la jornada laboral de la universidad.

Evaluar la posibilidad de estimar el consumo de ciertas partes de la universidad con el fin de proyectar investigaciones sobre la viabilidad de implementar energías renovables en ciertas áreas estratégicas.

7. Anexos

A continuación, se presentan las tablas de registro de voltaje y corriente desde el día 11 al 18 de marzo que son los días directo de toma de datos:

Tabla 32

Tabla de variables 11/Marzo/2025

Fecha	Hora	Corriente		% Error	Voltaje		% Error
		HIOKI	Dispositivo	Relativo	HIOKI	Dispositivo	Relativo
11/03/2025	11:35:00	98,80	96,87	2%	124,13	122,38	1%
11/03/2025	11:40:00	99,10	97,19	2%	124,03	121,78	2%
11/03/2025	11:45:00	97,60	96,02	2%	124,07	122,29	1%
11/03/2025	11:50:00	96,50	94,69	2%	124,20	122,64	1%
11/03/2025	11:55:00	93,40	91,81	2%	124,30	122,53	1%
11/03/2025	12:00:00	88,00	87,14	1%	124,53	123,25	1%
11/03/2025	12:05:00	80,90	80,48	1%	124,90	123,42	1%
11/03/2025	12:10:00	73,70	73,45	0%	125,17	123,84	1%
11/03/2025	12:15:00	65,40	64,43	1%	125,17	124,14	1%
11/03/2025	12:20:00	62,80	61,75	2%	125,30	124,64	1%
11/03/2025	12:25:00	60,90	59,59	2%	125,43	125,19	0%
11/03/2025	12:30:00	59,00	57,90	2%	125,63	124,48	1%
11/03/2025	12:35:00	57,80	56,94	1%	125,63	125,17	0%
11/03/2025	12:40:00	55,50	54,67	1%	125,67	125,03	1%
11/03/2025	12:45:00	54,90	54,04	2%	125,73	125,18	0%
11/03/2025	12:50:00	54,00	53,32	1%	125,77	125,05	1%
11/03/2025	12:55:00	52,90	52,05	2%	125,53	125,36	0%
11/03/2025	13:00:00	52,70	51,81	2%	125,57	125,21	0%
11/03/2025	13:05:00	51,20	50,55	1%	125,63	125,26	0%
11/03/2025	13:10:00	51,10	50,30	2%	125,63	125,22	0%
11/03/2025	13:15:00	51,50	50,51	2%	125,57	124,98	0%
11/03/2025	13:20:00	52,80	51,75	2%	125,63	125,07	0%
11/03/2025	13:25:00	53,40	52,58	2%	125,53	125,32	0%
11/03/2025	13:30:00	54,10	53,30	1%	125,60	125,08	0%
11/03/2025	13:35:00	54,40	53,46	2%	125,63	125,76	0%
11/03/2025	13:40:00	55,50	54,08	3%	125,60	125,07	0%
11/03/2025	13:45:00	57,60	56,77	1%	125,67	125,15	0%
11/03/2025	13:50:00	60,90	59,81	2%	125,67	125,20	0%
11/03/2025	13:55:00	60,70	59,34	2%	125,50	125,35	0%
11/03/2025	14:00:00	67,80	66,23	2%	125,37	125,26	0%
11/03/2025	14:05:00	73,30	71,15	3%	125,17	125,24	0%
11/03/2025	14:10:00	80,80	78,47	3%	124,93	124,38	0%

11/03/2025	14:15:00	85,20	83,55	2%	124,83	124,69	0%
11/03/2025	14:20:00	86,10	84,51	2%	124,83	124,54	0%
11/03/2025	14:25:00	90,30	88,39	2%	124,57	124,75	0%
11/03/2025	14:30:00	92,70	90,98	2%	124,37	124,59	0%
11/03/2025	14:35:00	96,50	94,27	2%	124,53	124,30	0%
11/03/2025	14:40:00	96,30	94,93	1%	124,40	124,62	0%
11/03/2025	14:45:00	98,90	97,25	2%	124,47	124,52	0%
11/03/2025	14:50:00	99,90	98,03	2%	124,70	124,42	0%
11/03/2025	14:55:00	102,50	100,26	2%	124,77	124,98	0%
11/03/2025	15:00:00	104,80	103,08	2%	124,53	125,01	0%
11/03/2025	15:05:00	106,10	104,07	2%	124,43	124,52	0%
11/03/2025	15:10:00	106,50	104,94	1%	124,33	124,47	0%
11/03/2025	15:15:00	110,80	108,47	2%	124,37	124,21	0%
11/03/2025	15:20:00	114,10	112,35	2%	124,33	124,24	0%
11/03/2025	15:25:00	114,10	112,44	1%	124,33	124,66	0%
11/03/2025	15:30:00	115,40	113,46	2%	124,33	124,60	0%
11/03/2025	15:35:00	117,00	115,52	1%	124,13	124,26	0%
11/03/2025	15:40:00	117,80	115,78	2%	124,30	124,25	0%
11/03/2025	15:45:00	118,60	117,02	1%	124,17	124,12	0%
11/03/2025	15:50:00	122,50	120,10	2%	124,37	124,09	0%
11/03/2025	15:55:00	124,60	123,09	1%	124,40	124,44	0%
11/03/2025	16:00:00	122,40	120,81	1%	124,30	124,38	0%
11/03/2025	16:05:00	122,40	120,86	1%	124,27	124,04	0%
11/03/2025	16:10:00	122,10	120,44	1%	124,40	123,95	0%
11/03/2025	16:15:00	122,60	120,89	1%	124,43	124,81	0%
11/03/2025	16:20:00	119,10	118,13	1%	124,60	124,51	0%
11/03/2025	16:25:00	116,10	114,81	1%	124,67	124,27	0%
11/03/2025	16:30:00	116,20	114,27	2%	124,47	124,22	0%
11/03/2025	16:35:00	116,20	114,37	2%	124,47	124,04	0%
11/03/2025	16:40:00	118,20	116,20	2%	124,57	124,45	0%
11/03/2025	16:45:00	121,70	119,67	2%	124,60	124,40	0%
11/03/2025	16:50:00	122,40	120,39	2%	124,57	124,68	0%
11/03/2025	16:55:00	123,20	121,65	1%	124,63	124,48	0%
11/03/2025	17:00:00	121,90	120,38	1%	124,90	124,84	0%
11/03/2025	17:05:00	118,50	117,50	1%	125,13	124,76	0%
11/03/2025	17:10:00	117,10	115,57	1%	125,07	124,95	0%
11/03/2025	17:15:00	115,60	114,38	1%	125,03	124,98	0%
11/03/2025	17:20:00	113,70	111,89	2%	125,03	124,92	0%
11/03/2025	17:25:00	109,60	108,94	1%	124,93	125,17	0%
11/03/2025	17:30:00	106,50	104,74	2%	125,10	125,32	0%
11/03/2025	17:35:00	107,70	105,93	2%	125,03	125,28	0%
11/03/2025	17:40:00	106,80	105,26	1%	124,53	124,58	0%
11/03/2025	17:45:00	107,60	105,21	2%	124,57	124,95	0%
11/03/2025	17:50:00	130,40	125,42	4%	124,33	124,53	0%
11/03/2025	17:55:00	133,30	130,84	2%	124,57	124,98	0%

11/03/2025	18:00:00	131,60	130,13	1%	124,67	124,89	0%
11/03/2025	18:05:00	126,80	125,42	1%	124,90	125,15	0%
11/03/2025	18:10:00	119,20	118,71	0%	125,23	125,33	0%
11/03/2025	18:15:00	111,90	110,98	1%	124,87	125,23	0%
11/03/2025	18:20:00	110,70	109,43	1%	124,90	125,07	0%
11/03/2025	18:25:00	111,70	109,85	2%	124,93	124,81	0%
11/03/2025	18:30:00	114,90	113,25	1%	124,47	124,86	0%
11/03/2025	18:35:00	115,60	114,23	1%	124,47	124,34	0%
11/03/2025	18:40:00	114,50	113,31	1%	124,17	124,65	0%
11/03/2025	18:45:00	112,00	110,76	1%	124,37	124,19	0%
11/03/2025	18:50:00	112,50	110,93	1%	124,77	124,56	0%
11/03/2025	18:55:00	113,20	111,77	1%	125,10	124,80	0%
11/03/2025	19:00:00	112,30	111,15	1%	125,00	124,94	0%
11/03/2025	19:05:00	108,50	107,61	1%	125,20	124,89	0%
11/03/2025	19:10:00	102,90	102,02	1%	124,73	124,73	0%
11/03/2025	19:15:00	102,80	101,34	1%	124,70	125,05	0%
11/03/2025	19:20:00	102,70	101,33	1%	124,70	124,96	0%
11/03/2025	19:25:00	102,30	101,11	1%	124,77	124,94	0%
11/03/2025	19:30:00	101,10	99,86	1%	124,87	124,78	0%
11/03/2025	19:35:00	100,00	98,68	1%	124,90	125,11	0%
11/03/2025	19:40:00	99,20	98,19	1%	124,97	125,33	0%
11/03/2025	19:45:00	98,80	97,51	1%	125,10	125,46	0%
11/03/2025	19:50:00	98,70	97,38	1%	125,20	125,28	0%
11/03/2025	19:55:00	96,50	95,54	1%	125,37	125,96	0%
11/03/2025	20:00:00	93,50	92,76	1%	125,50	126,34	1%
11/03/2025	20:05:00	90,40	89,31	1%	125,50	126,07	0%
11/03/2025	20:10:00	89,00	87,97	1%	125,73	126,41	1%
11/03/2025	20:15:00	89,20	87,88	1%	125,87	126,65	1%
11/03/2025	20:20:00	87,50	86,27	1%	125,90	126,81	1%
11/03/2025	20:25:00	86,30	85,44	1%	125,97	126,66	1%
11/03/2025	20:30:00	85,00	83,77	1%	125,93	127,01	1%
11/03/2025	20:35:00	84,00	82,88	1%	126,03	127,08	1%
11/03/2025	20:40:00	84,00	82,88	1%	126,13	127,41	1%
11/03/2025	20:45:00	81,90	81,00	1%	126,20	127,53	1%
11/03/2025	20:50:00	82,20	81,13	1%	126,30	127,50	1%
11/03/2025	20:55:00	80,30	78,77	2%	126,43	127,63	1%
11/03/2025	21:00:00	69,80	70,74	1%	126,63	127,68	1%
11/03/2025	21:05:00	67,90	66,60	2%	126,57	128,03	1%
11/03/2025	21:10:00	66,60	65,42	2%	126,70	128,02	1%
11/03/2025	21:15:00	66,30	64,89	2%	126,90	128,18	1%
11/03/2025	21:20:00	65,80	64,68	2%	126,93	128,38	1%
11/03/2025	21:25:00	65,90	64,66	2%	126,90	128,07	1%
11/03/2025	21:30:00	66,10	64,85	2%	126,80	128,24	1%
11/03/2025	21:35:00	65,50	64,41	2%	127,03	128,29	1%
11/03/2025	21:40:00	64,90	63,73	2%	127,07	128,30	1%

11/03/2025	21:45:00	64,60	63,40	2%	127,07	128,73	1%
11/03/2025	21:50:00	63,40	62,38	2%	127,13	128,93	1%
11/03/2025	21:55:00	61,30	60,64	1%	127,27	128,70	1%
11/03/2025	22:00:00	58,60	57,81	1%	127,27	128,65	1%
11/03/2025	22:05:00	55,20	54,90	1%	127,37	128,88	1%
11/03/2025	22:10:00	48,80	48,85	0%	127,57	129,12	1%
11/03/2025	22:15:00	37,30	39,14	5%	127,63	128,75	1%
11/03/2025	22:20:00	18,50	18,53	0%	127,90	128,89	1%
11/03/2025	22:25:00	18,40	18,05	2%	127,97	129,02	1%
11/03/2025	22:30:00	18,60	18,07	3%	128,00	129,06	1%
11/03/2025	22:35:00	18,60	18,09	3%	128,10	129,10	1%
11/03/2025	22:40:00	18,50	18,28	1%	128,13	129,28	1%
11/03/2025	22:45:00	18,50	18,09	2%	128,03	129,33	1%
11/03/2025	22:50:00	18,50	18,08	2%	128,13	129,35	1%
11/03/2025	22:55:00	18,50	18,10	2%	128,13	129,49	1%
11/03/2025	23:00:00	18,50	18,02	3%	128,30	129,45	1%
11/03/2025	23:05:00	18,70	18,25	2%	128,43	129,59	1%
11/03/2025	23:10:00	18,50	18,03	3%	128,37	129,55	1%
11/03/2025	23:15:00	18,50	18,08	2%	128,27	129,28	1%
11/03/2025	23:20:00	18,50	17,99	3%	128,63	129,47	1%
11/03/2025	23:25:00	18,60	18,05	3%	128,77	129,70	1%
11/03/2025	23:30:00	18,20	17,94	1%	128,97	129,99	1%
11/03/2025	23:35:00	18,20	17,85	2%	128,93	130,16	1%
11/03/2025	23:40:00	18,20	17,79	2%	129,13	130,14	1%
11/03/2025	23:45:00	18,40	17,94	3%	129,07	129,84	1%
11/03/2025	23:50:00	18,50	18,08	2%	128,17	129,09	1%
11/03/2025	23:55:00	18,70	18,36	2%	128,40	129,17	1%

De acuerdo a los datos obtenidos el 11 de marzo del 2025, se registra observando la corriente registrada por el dispositivo propuesto muestra una variación más estable en este período. Durante la tarde, ambas corrientes continúan aumentando, alcanzando su punto máximo entre las 4:00 y 6:00 PM, seguido de una disminución progresiva en la noche. En cuanto al voltaje, este mantiene una variación controlada a lo largo del día, sin presentar fluctuaciones abruptas en comparación con la corriente.

Tabla 33

Tabla de variables 12/Marzo/2025

Fecha	Hora	Corriente		% Error Relativo	Voltaje		% Error Relativo
		HIOKI	Dispositivo		HIOKI	Dispositivo	
12/03/2025	0:00:00	18,30	17,92	2%	129,17	129,61	0%
12/03/2025	0:05:00	18,20	17,82	2%	129,57	130,63	1%
12/03/2025	0:10:00	18,20	17,79	2%	129,47	130,67	1%
12/03/2025	0:15:00	18,30	17,81	3%	129,50	130,63	1%
12/03/2025	0:20:00	18,40	18,02	2%	129,80	131,03	1%
12/03/2025	0:25:00	18,10	17,77	2%	129,90	131,03	1%
12/03/2025	0:30:00	18,10	17,79	2%	129,70	131,05	1%
12/03/2025	0:35:00	18,10	17,77	2%	129,63	130,90	1%
12/03/2025	0:40:00	18,50	18,07	2%	129,60	130,96	1%
12/03/2025	0:45:00	18,20	17,76	2%	129,70	130,90	1%
12/03/2025	0:50:00	18,20	17,73	3%	129,77	131,09	1%
12/03/2025	0:55:00	18,20	17,75	2%	129,93	131,22	1%
12/03/2025	1:00:00	18,20	17,77	2%	129,80	131,19	1%
12/03/2025	1:05:00	18,60	18,07	3%	129,97	131,29	1%
12/03/2025	1:10:00	18,40	18,02	2%	129,80	130,67	1%
12/03/2025	1:15:00	18,50	18,17	2%	128,73	129,27	0%
12/03/2025	1:20:00	18,50	18,16	2%	128,03	128,70	1%
12/03/2025	1:25:00	18,40	18,08	2%	128,13	129,04	1%
12/03/2025	1:30:00	18,60	18,26	2%	128,47	129,17	1%
12/03/2025	1:35:00	18,50	17,99	3%	128,17	129,05	1%
12/03/2025	1:40:00	18,50	18,05	2%	128,27	129,00	1%
12/03/2025	1:45:00	18,30	17,95	2%	128,47	129,07	0%
12/03/2025	1:50:00	18,40	18,00	2%	128,20	129,00	1%
12/03/2025	1:55:00	18,60	18,28	2%	128,47	129,14	1%
12/03/2025	2:00:00	18,20	17,92	2%	128,40	129,16	1%
12/03/2025	2:05:00	18,40	17,92	3%	128,50	129,29	1%
12/03/2025	2:10:00	18,40	17,94	3%	128,47	129,21	1%
12/03/2025	2:15:00	18,30	17,94	2%	128,43	129,21	1%
12/03/2025	2:20:00	18,70	18,24	2%	128,33	129,18	1%
12/03/2025	2:25:00	18,30	17,98	2%	128,17	129,04	1%
12/03/2025	2:30:00	18,30	17,97	2%	128,37	129,20	1%
12/03/2025	2:35:00	18,30	17,89	2%	128,37	129,10	1%
12/03/2025	2:40:00	18,20	17,90	2%	128,53	129,25	1%
12/03/2025	2:45:00	18,60	18,25	2%	128,37	129,17	1%
12/03/2025	2:50:00	18,40	17,95	2%	128,37	129,20	1%
12/03/2025	2:55:00	18,40	18,02	2%	128,50	129,38	1%
12/03/2025	3:00:00	18,40	18,01	2%	128,40	129,09	1%
12/03/2025	3:05:00	18,30	18,00	2%	128,50	129,23	1%
12/03/2025	3:10:00	18,20	17,91	2%	128,37	129,28	1%

12/03/2025	3:15:00	18,60	18,20	2%	128,47	129,33	1%
12/03/2025	3:20:00	18,20	17,89	2%	128,53	129,43	1%
12/03/2025	3:25:00	18,30	17,93	2%	128,57	129,19	0%
12/03/2025	3:30:00	18,40	17,94	2%	128,47	129,36	1%
12/03/2025	3:35:00	18,30	17,95	2%	128,53	129,34	1%
12/03/2025	3:40:00	18,60	18,17	2%	128,53	129,48	1%
12/03/2025	3:45:00	18,30	18,01	2%	128,47	129,37	1%
12/03/2025	3:50:00	18,30	17,92	2%	128,60	129,18	0%
12/03/2025	3:55:00	18,30	17,92	2%	128,47	129,19	1%
12/03/2025	4:00:00	18,30	17,91	2%	128,47	129,30	1%
12/03/2025	4:05:00	18,30	17,93	2%	128,47	129,27	1%
12/03/2025	4:10:00	18,60	18,24	2%	128,10	128,43	0%
12/03/2025	4:15:00	18,40	18,06	2%	127,30	127,53	0%
12/03/2025	4:20:00	18,50	18,09	2%	126,93	127,45	0%
12/03/2025	4:25:00	18,50	18,18	2%	127,43	127,78	0%
12/03/2025	4:30:00	18,70	18,21	3%	126,97	127,58	0%
12/03/2025	4:35:00	18,60	18,49	1%	127,03	127,61	0%
12/03/2025	4:40:00	18,50	18,14	2%	126,83	127,34	0%
12/03/2025	4:45:00	18,40	18,05	2%	127,47	127,60	0%
12/03/2025	4:50:00	18,50	18,08	2%	126,70	127,39	1%
12/03/2025	4:55:00	18,10	17,82	2%	126,53	127,24	1%
12/03/2025	5:00:00	21,80	20,94	4%	126,33	127,08	1%
12/03/2025	5:05:00	21,80	21,42	2%	126,73	127,12	0%
12/03/2025	5:10:00	21,80	21,39	2%	127,13	127,34	0%
12/03/2025	5:15:00	21,80	21,44	2%	126,37	126,72	0%
12/03/2025	5:20:00	21,90	21,46	2%	126,10	126,52	0%
12/03/2025	5:25:00	22,10	21,82	1%	126,03	126,33	0%
12/03/2025	5:30:00	21,90	21,49	2%	126,07	126,43	0%
12/03/2025	5:35:00	21,90	21,52	2%	125,80	126,24	0%
12/03/2025	5:40:00	22,00	21,55	2%	125,70	125,93	0%
12/03/2025	5:45:00	21,90	21,50	2%	125,47	125,70	0%
12/03/2025	5:50:00	22,20	21,80	2%	125,20	125,35	0%
12/03/2025	5:55:00	22,20	21,56	3%	125,20	125,33	0%
12/03/2025	6:00:00	23,50	22,78	3%	125,77	125,93	0%
12/03/2025	6:05:00	23,80	23,34	2%	125,53	125,79	0%
12/03/2025	6:10:00	23,60	22,82	3%	126,00	126,06	0%
12/03/2025	6:15:00	26,30	25,49	3%	125,43	125,75	0%
12/03/2025	6:20:00	27,70	27,25	2%	125,27	125,25	0%
12/03/2025	6:25:00	28,20	27,37	3%	125,37	125,37	0%
12/03/2025	6:30:00	29,40	28,70	2%	126,13	125,38	1%
12/03/2025	6:35:00	28,50	28,11	1%	125,67	125,46	0%
12/03/2025	6:40:00	26,90	26,49	2%	125,30	124,89	0%
12/03/2025	6:45:00	30,00	29,12	3%	125,77	125,07	1%
12/03/2025	6:50:00	32,60	31,62	3%	125,80	125,83	0%
12/03/2025	6:55:00	34,10	33,30	2%	125,97	125,90	0%

12/03/2025	7:00:00	40,00	37,56	6%	125,97	125,97	0%
12/03/2025	7:05:00	53,80	52,34	3%	125,47	124,98	0%
12/03/2025	7:10:00	60,40	58,68	3%	125,70	125,08	0%
12/03/2025	7:15:00	68,50	66,07	4%	125,23	125,24	0%
12/03/2025	7:20:00	74,90	73,30	2%	125,13	124,50	1%
12/03/2025	7:25:00	77,70	75,95	2%	125,57	124,43	1%
12/03/2025	7:30:00	80,40	78,86	2%	125,47	125,21	0%
12/03/2025	7:35:00	80,00	78,81	1%	125,20	125,00	0%
12/03/2025	7:40:00	82,30	80,47	2%	125,33	124,94	0%
12/03/2025	7:45:00	84,90	83,37	2%	125,17	124,85	0%
12/03/2025	7:50:00	86,70	85,02	2%	125,07	124,71	0%
12/03/2025	7:55:00	89,70	87,84	2%	125,07	124,93	0%
12/03/2025	8:00:00	91,80	89,81	2%	124,93	124,63	0%
12/03/2025	8:05:00	94,60	92,76	2%	124,37	124,28	0%
12/03/2025	8:10:00	99,00	96,90	2%	125,00	123,79	1%
12/03/2025	8:15:00	102,60	99,94	3%	124,57	123,82	1%
12/03/2025	8:20:00	105,60	103,95	2%	125,20	124,24	1%
12/03/2025	8:25:00	105,50	103,80	2%	124,87	123,95	1%
12/03/2025	8:30:00	106,20	104,29	2%	124,13	123,91	0%
12/03/2025	8:35:00	106,70	104,75	2%	124,47	123,64	1%
12/03/2025	8:40:00	103,10	101,84	1%	124,80	123,48	1%
12/03/2025	8:45:00	105,40	102,96	2%	124,50	123,90	0%
12/03/2025	8:50:00	108,70	106,61	2%	124,53	123,15	1%
12/03/2025	8:55:00	108,30	106,49	2%	124,10	123,36	1%
12/03/2025	9:00:00	109,90	107,47	2%	124,20	123,79	0%
12/03/2025	9:05:00	111,30	109,82	1%	125,13	124,08	1%
12/03/2025	9:10:00	110,90	109,00	2%	125,33	125,41	0%
12/03/2025	9:15:00	110,40	108,66	2%	125,17	125,36	0%
12/03/2025	9:20:00	110,40	108,71	2%	124,97	124,94	0%
12/03/2025	9:25:00	110,90	109,17	2%	124,87	124,89	0%
12/03/2025	9:30:00	109,50	107,68	2%	124,57	124,78	0%
12/03/2025	9:35:00	109,70	107,80	2%	124,67	124,79	0%
12/03/2025	9:40:00	109,70	107,86	2%	124,97	124,48	0%
12/03/2025	9:45:00	110,20	108,46	2%	124,57	124,91	0%
12/03/2025	9:50:00	108,20	106,16	2%	124,63	124,65	0%
12/03/2025	9:55:00	111,40	109,42	2%	124,47	124,45	0%
12/03/2025	10:00:00	110,10	108,22	2%	124,63	124,41	0%
12/03/2025	10:05:00	106,50	105,42	1%	125,80	124,97	1%
12/03/2025	10:10:00	101,20	99,56	2%	125,23	125,38	0%
12/03/2025	10:15:00	99,50	98,30	1%	125,03	125,19	0%
12/03/2025	10:20:00	100,10	98,15	2%	125,00	124,79	0%
12/03/2025	10:25:00	101,30	99,66	2%	124,93	124,80	0%
12/03/2025	10:30:00	97,70	96,59	1%	124,90	124,81	0%
12/03/2025	10:35:00	100,20	97,74	2%	124,87	124,89	0%
12/03/2025	10:40:00	102,20	100,37	2%	124,80	124,87	0%

12/03/2025	10:45:00	103,70	101,73	2%	124,93	124,92	0%
12/03/2025	10:50:00	106,40	104,08	2%	124,77	124,84	0%
12/03/2025	10:55:00	105,10	103,30	2%	124,37	124,79	0%
12/03/2025	11:00:00	104,60	103,08	1%	124,37	124,71	0%
12/03/2025	11:05:00	103,10	101,62	1%	124,87	124,39	0%
12/03/2025	11:10:00	102,60	100,58	2%	125,03	125,37	0%
12/03/2025	11:15:00	102,40	101,01	1%	124,87	125,28	0%
12/03/2025	11:20:00	101,70	99,76	2%	124,87	124,94	0%
12/03/2025	11:25:00	102,90	101,00	2%	124,80	125,43	1%
12/03/2025	11:30:00	104,00	102,12	2%	124,73	125,05	0%
12/03/2025	11:35:00	100,20	98,86	1%	124,67	124,92	0%
12/03/2025	11:40:00	98,90	97,19	2%	124,90	125,19	0%
12/03/2025	11:45:00	100,60	98,76	2%	124,87	125,38	0%
12/03/2025	11:50:00	100,30	98,67	2%	124,87	125,07	0%
12/03/2025	11:55:00	99,00	97,55	1%	124,97	125,38	0%
12/03/2025	12:00:00	95,00	94,05	1%	125,23	125,57	0%
12/03/2025	12:05:00	87,50	87,70	0%	125,67	125,92	0%
12/03/2025	12:10:00	78,30	77,65	1%	125,77	126,40	1%
12/03/2025	12:15:00	74,50	74,16	0%	125,97	126,37	0%
12/03/2025	12:20:00	68,20	67,06	2%	126,10	126,45	0%
12/03/2025	12:25:00	66,90	65,96	1%	126,27	126,65	0%
12/03/2025	12:30:00	65,00	64,15	1%	126,27	126,75	0%
12/03/2025	12:35:00	63,30	62,37	1%	126,20	126,81	0%
12/03/2025	12:40:00	60,50	59,60	1%	126,37	126,93	0%
12/03/2025	12:45:00	59,60	58,61	2%	126,43	127,02	0%
12/03/2025	12:50:00	59,10	58,14	2%	126,43	127,05	0%
12/03/2025	12:55:00	58,10	57,20	2%	126,50	126,92	0%
12/03/2025	13:00:00	57,60	56,80	1%	126,53	126,76	0%
12/03/2025	13:05:00	56,40	55,73	1%	126,50	127,20	1%
12/03/2025	13:10:00	56,00	54,94	2%	126,43	127,14	1%
12/03/2025	13:15:00	54,70	54,08	1%	126,37	127,11	1%
12/03/2025	13:20:00	52,10	51,59	1%	126,47	127,38	1%
12/03/2025	13:25:00	50,90	50,06	2%	126,53	127,06	0%
12/03/2025	13:30:00	51,90	50,77	2%	126,43	127,03	0%
12/03/2025	13:35:00	50,40	49,66	1%	126,70	127,03	0%
12/03/2025	13:40:00	50,80	49,80	2%	126,60	127,46	1%
12/03/2025	13:45:00	51,20	50,11	2%	126,43	127,17	1%
12/03/2025	13:50:00	54,60	53,09	3%	125,77	126,49	1%
12/03/2025	13:55:00	57,40	55,77	3%	125,50	126,63	1%
12/03/2025	14:00:00	61,10	59,76	2%	125,27	126,25	1%
12/03/2025	14:05:00	66,70	64,64	3%	125,20	125,75	0%
12/03/2025	14:10:00	76,10	73,80	3%	124,83	125,82	1%
12/03/2025	14:15:00	81,10	79,08	2%	124,70	125,20	0%
12/03/2025	14:20:00	84,80	83,06	2%	124,53	125,16	0%
12/03/2025	14:25:00	85,40	83,60	2%	124,47	125,26	1%

12/03/2025	14:30:00	85,60	84,05	2%	124,43	124,88	0%
12/03/2025	14:35:00	86,20	84,27	2%	124,53	125,01	0%
12/03/2025	14:40:00	87,80	85,83	2%	124,23	125,00	1%
12/03/2025	14:45:00	88,40	86,69	2%	124,27	125,01	1%
12/03/2025	14:50:00	88,10	86,25	2%	124,20	124,68	0%
12/03/2025	14:55:00	90,90	88,87	2%	124,20	125,11	1%
12/03/2025	15:00:00	90,20	88,67	2%	124,10	124,39	0%
12/03/2025	15:05:00	89,50	87,92	2%	124,27	124,75	0%
12/03/2025	15:10:00	90,70	88,94	2%	124,33	124,70	0%
12/03/2025	15:15:00	91,50	89,73	2%	124,47	124,72	0%
12/03/2025	15:20:00	92,00	90,35	2%	124,43	124,88	0%
12/03/2025	15:25:00	94,20	92,44	2%	124,30	124,94	1%
12/03/2025	15:30:00	97,80	95,45	2%	124,20	124,61	0%
12/03/2025	15:35:00	98,00	96,59	1%	124,20	124,33	0%
12/03/2025	15:40:00	97,10	95,39	2%	124,07	124,32	0%
12/03/2025	15:45:00	97,20	95,53	2%	123,97	123,99	0%
12/03/2025	15:50:00	99,50	97,25	2%	124,00	124,20	0%
12/03/2025	15:55:00	103,10	100,57	2%	124,07	124,22	0%
12/03/2025	16:00:00	107,20	105,50	2%	124,00	124,11	0%
12/03/2025	16:05:00	104,40	102,88	1%	124,10	124,04	0%
12/03/2025	16:10:00	104,50	102,76	2%	124,03	124,51	0%
12/03/2025	16:15:00	103,00	101,77	1%	124,10	124,75	1%
12/03/2025	16:20:00	103,30	101,49	2%	124,13	124,40	0%
12/03/2025	16:25:00	103,60	102,12	1%	124,07	124,12	0%
12/03/2025	16:30:00	101,30	99,97	1%	124,10	124,02	0%
12/03/2025	16:35:00	101,20	99,31	2%	124,00	123,82	0%
12/03/2025	16:40:00	104,80	102,35	2%	123,93	123,77	0%
12/03/2025	16:45:00	106,00	104,50	1%	123,97	123,83	0%
12/03/2025	16:50:00	105,40	103,46	2%	124,13	123,99	0%
12/03/2025	16:55:00	104,80	103,36	1%	124,07	124,28	0%
12/03/2025	17:00:00	102,90	101,21	2%	124,07	123,93	0%
12/03/2025	17:05:00	102,30	100,74	2%	124,60	124,20	0%
12/03/2025	17:10:00	100,80	99,05	2%	124,53	124,56	0%
12/03/2025	17:15:00	101,00	99,58	1%	124,63	124,50	0%
12/03/2025	17:20:00	99,50	97,73	2%	124,63	124,59	0%
12/03/2025	17:25:00	101,60	99,64	2%	123,90	123,19	1%
12/03/2025	17:30:00	102,20	99,97	2%	123,77	123,38	0%
12/03/2025	17:35:00	103,80	102,05	2%	123,73	123,47	0%
12/03/2025	17:40:00	102,70	101,17	1%	123,83	123,41	0%
12/03/2025	17:45:00	107,20	102,67	4%	123,83	123,57	0%
12/03/2025	17:50:00	128,90	125,17	3%	123,37	123,24	0%
12/03/2025	17:55:00	128,50	126,59	1%	123,60	123,20	0%
12/03/2025	18:00:00	126,70	124,99	1%	123,37	123,06	0%
12/03/2025	18:05:00	122,90	121,62	1%	124,30	123,39	1%
12/03/2025	18:10:00	120,30	118,29	2%	125,07	124,41	1%

12/03/2025	18:15:00	116,60	115,56	1%	125,23	125,10	0%
12/03/2025	18:20:00	113,60	111,89	2%	125,00	125,49	0%
12/03/2025	18:25:00	113,10	111,67	1%	124,87	125,24	0%
12/03/2025	18:30:00	112,80	111,27	1%	124,73	125,32	0%
12/03/2025	18:35:00	113,50	111,95	1%	124,50	124,67	0%
12/03/2025	18:40:00	114,30	112,49	2%	124,03	124,12	0%
12/03/2025	18:45:00	110,00	109,28	1%	124,10	124,43	0%
12/03/2025	18:50:00	108,90	107,65	1%	124,27	124,37	0%
12/03/2025	18:55:00	107,40	106,22	1%	124,43	124,08	0%
12/03/2025	19:00:00	102,80	102,21	1%	124,57	124,48	0%
12/03/2025	19:05:00	98,60	97,53	1%	124,50	124,17	0%
12/03/2025	19:10:00	96,40	95,19	1%	124,63	124,48	0%
12/03/2025	19:15:00	94,90	93,50	1%	124,60	124,40	0%
12/03/2025	19:20:00	95,60	93,98	2%	124,83	124,83	0%
12/03/2025	19:25:00	92,40	91,60	1%	124,83	125,10	0%
12/03/2025	19:30:00	90,80	89,50	1%	124,80	124,58	0%
12/03/2025	19:35:00	91,40	89,96	2%	124,97	124,89	0%
12/03/2025	19:40:00	91,40	89,85	2%	125,00	125,13	0%
12/03/2025	19:45:00	91,40	89,97	2%	125,13	125,20	0%
12/03/2025	19:50:00	90,00	88,89	1%	125,20	125,49	0%
12/03/2025	19:55:00	87,60	86,41	1%	125,43	125,64	0%
12/03/2025	20:00:00	86,30	85,25	1%	125,50	125,80	0%
12/03/2025	20:05:00	85,80	84,40	2%	125,77	126,23	0%
12/03/2025	20:10:00	85,20	83,93	1%	125,73	126,03	0%
12/03/2025	20:15:00	83,20	82,40	1%	125,90	125,99	0%
12/03/2025	20:20:00	81,80	80,73	1%	125,83	126,22	0%
12/03/2025	20:25:00	83,30	81,72	2%	125,93	126,08	0%
12/03/2025	20:30:00	83,00	81,94	1%	126,00	126,29	0%
12/03/2025	20:35:00	81,70	80,81	1%	126,17	126,67	0%
12/03/2025	20:40:00	78,60	77,58	1%	126,37	126,66	0%
12/03/2025	20:45:00	77,90	76,55	2%	126,50	127,18	1%
12/03/2025	20:50:00	77,30	76,03	2%	126,53	127,22	1%
12/03/2025	20:55:00	75,90	75,19	1%	126,77	127,45	1%
12/03/2025	21:00:00	73,30	73,15	0%	126,83	126,92	0%
12/03/2025	21:05:00	66,60	65,64	1%	126,93	127,76	1%
12/03/2025	21:10:00	66,10	65,16	1%	126,93	127,76	1%
12/03/2025	21:15:00	65,50	64,17	2%	126,93	127,63	1%
12/03/2025	21:20:00	65,30	64,57	1%	127,00	127,52	0%
12/03/2025	21:25:00	63,40	62,96	1%	127,13	127,93	1%
12/03/2025	21:30:00	61,10	60,21	1%	127,33	128,13	1%
12/03/2025	21:35:00	59,50	58,63	1%	127,03	127,38	0%
12/03/2025	21:40:00	59,00	58,01	2%	127,03	127,61	0%
12/03/2025	21:45:00	58,20	57,17	2%	126,57	127,05	0%
12/03/2025	21:50:00	56,70	56,19	1%	126,87	127,37	0%
12/03/2025	21:55:00	54,30	53,44	2%	126,87	127,55	1%

12/03/2025	22:00:00	51,10	50,45	1%	127,10	127,77	1%
12/03/2025	22:05:00	49,70	48,75	2%	127,47	128,01	0%
12/03/2025	22:10:00	46,80	46,38	1%	126,60	126,91	0%
12/03/2025	22:15:00	44,10	43,60	1%	126,63	126,71	0%
12/03/2025	22:20:00	32,30	34,38	6%	126,07	126,12	0%
12/03/2025	22:25:00	20,70	20,21	2%	126,37	126,43	0%
12/03/2025	22:30:00	20,10	19,79	2%	126,67	126,61	0%
12/03/2025	22:35:00	20,50	19,92	3%	126,47	126,81	0%
12/03/2025	22:40:00	20,20	19,75	2%	126,63	126,80	0%
12/03/2025	22:45:00	20,20	19,70	2%	126,67	126,95	0%
12/03/2025	22:50:00	20,10	19,64	2%	126,73	127,16	0%
12/03/2025	22:55:00	20,20	19,66	3%	126,90	127,14	0%
12/03/2025	23:00:00	20,30	19,63	3%	127,03	127,32	0%
12/03/2025	23:05:00	20,20	19,84	2%	127,07	127,37	0%
12/03/2025	23:10:00	20,20	19,69	3%	126,33	126,27	0%
12/03/2025	23:15:00	20,20	19,71	2%	125,97	125,73	0%
12/03/2025	23:20:00	20,30	19,84	2%	126,00	125,65	0%
12/03/2025	23:25:00	20,60	19,97	3%	125,77	126,09	0%
12/03/2025	23:30:00	20,50	20,15	2%	126,13	126,09	0%
12/03/2025	23:35:00	20,40	19,84	3%	126,10	126,41	0%
12/03/2025	23:40:00	20,30	19,89	2%	126,33	126,18	0%
12/03/2025	23:45:00	20,20	19,76	2%	126,43	126,74	0%
12/03/2025	23:50:00	20,40	20,01	2%	128,40	127,06	1%
12/03/2025	23:55:00	20,00	19,50	2%	128,90	129,36	0%

El los datos del 12 de marzo del 2025 se observa la corriente de HIOKI en la dinámica similar desde las 5:00 AM incrementando su comportamiento alcanzando un pico a las 9:00 AM. Desde el mediodía, desciende hasta las 2:00 PM con el aumento entre las 4:00 y 6:00 PM. La corriente del dispositivo tiene un comportamiento similar pero sus valores son menores y el pico menor pronunciado den la mañana.

Tabla 34

Tabla de variables 13/Marzo/2025

Fecha	Hora	Corriente		% Error Relativo	Voltaje		% Error Relativo
		Hioki	Dispositivo		HIOKI	Dispositivo	
13/03/2025	0:00:00	19,80	19,34	2%	129,23	130,03	1%
13/03/2025	0:05:00	19,80	19,38	2%	129,33	130,15	1%
13/03/2025	0:10:00	19,80	19,35	2%	129,37	130,26	1%
13/03/2025	0:15:00	20,20	19,69	3%	129,23	129,61	0%
13/03/2025	0:20:00	20,20	19,76	2%	127,67	127,76	0%

13/03/2025	0:25:00	20,30	19,84	2%	127,63	127,88	0%
13/03/2025	0:30:00	20,10	19,63	2%	127,67	128,05	0%
13/03/2025	0:35:00	20,30	19,71	3%	127,60	128,02	0%
13/03/2025	0:40:00	20,50	20,08	2%	127,70	128,27	0%
13/03/2025	0:45:00	20,50	19,97	3%	127,97	128,05	0%
13/03/2025	0:50:00	20,50	20,01	2%	127,50	127,79	0%
13/03/2025	0:55:00	20,50	19,94	3%	127,73	128,09	0%
13/03/2025	1:00:00	20,20	19,72	2%	127,87	127,89	0%
13/03/2025	1:05:00	20,50	20,07	2%	128,13	128,51	0%
13/03/2025	1:10:00	20,00	19,65	2%	128,63	129,05	0%
13/03/2025	1:15:00	20,10	19,60	2%	128,73	128,84	0%
13/03/2025	1:20:00	20,10	19,61	2%	128,53	129,07	0%
13/03/2025	1:25:00	20,00	19,55	2%	128,47	129,04	0%
13/03/2025	1:30:00	19,90	19,45	2%	128,53	128,99	0%
13/03/2025	1:35:00	20,20	19,70	2%	128,73	129,02	0%
13/03/2025	1:40:00	20,00	19,64	2%	128,83	128,56	0%
13/03/2025	1:45:00	19,90	19,50	2%	129,03	129,06	0%
13/03/2025	1:50:00	19,90	19,48	2%	128,67	129,05	0%
13/03/2025	1:55:00	19,90	19,44	2%	128,73	129,26	0%
13/03/2025	2:00:00	20,30	19,76	3%	129,03	129,31	0%
13/03/2025	2:05:00	20,00	19,45	3%	128,63	129,09	0%
13/03/2025	2:10:00	20,30	19,77	3%	128,67	129,10	0%
13/03/2025	2:15:00	20,20	19,75	2%	128,80	129,15	0%
13/03/2025	2:20:00	20,20	19,71	2%	128,60	129,06	0%
13/03/2025	2:25:00	20,30	19,78	3%	128,67	129,21	0%
13/03/2025	2:30:00	19,80	19,39	2%	128,77	128,90	0%
13/03/2025	2:35:00	19,80	19,35	2%	128,93	129,23	0%
13/03/2025	2:40:00	19,90	19,47	2%	128,73	129,10	0%
13/03/2025	2:45:00	19,90	19,46	2%	129,00	129,22	0%
13/03/2025	2:50:00	20,30	19,77	3%	128,77	129,28	0%
13/03/2025	2:55:00	19,80	19,42	2%	129,20	129,63	0%
13/03/2025	3:00:00	19,90	19,47	2%	129,17	129,54	0%
13/03/2025	3:05:00	19,90	19,44	2%	129,00	129,34	0%
13/03/2025	3:10:00	20,00	19,46	3%	128,87	129,27	0%
13/03/2025	3:15:00	20,30	19,78	3%	128,67	129,22	0%
13/03/2025	3:20:00	19,90	19,48	2%	128,73	129,14	0%
13/03/2025	3:25:00	19,80	19,39	2%	128,53	128,99	0%
13/03/2025	3:30:00	19,70	19,29	2%	129,13	129,08	0%
13/03/2025	3:35:00	19,90	19,45	2%	128,90	129,36	0%
13/03/2025	3:40:00	20,30	19,62	3%	128,87	129,16	0%
13/03/2025	3:45:00	20,10	19,89	1%	128,60	129,06	0%
13/03/2025	3:50:00	20,00	19,51	2%	128,47	129,03	0%
13/03/2025	3:55:00	19,80	19,34	2%	128,63	129,00	0%
13/03/2025	4:00:00	19,80	19,31	2%	128,63	129,09	0%
13/03/2025	4:05:00	19,80	19,32	2%	128,47	128,87	0%

13/03/2025	4:10:00	20,10	19,50	3%	128,67	129,06	0%
13/03/2025	4:15:00	19,80	19,47	2%	128,83	129,13	0%
13/03/2025	4:20:00	19,80	19,35	2%	128,73	129,00	0%
13/03/2025	4:25:00	19,90	19,52	2%	127,47	127,34	0%
13/03/2025	4:30:00	19,80	19,44	2%	127,47	127,53	0%
13/03/2025	4:35:00	19,80	19,39	2%	127,37	127,61	0%
13/03/2025	4:40:00	20,40	19,87	3%	127,37	127,36	0%
13/03/2025	4:45:00	20,00	19,57	2%	127,03	127,13	0%
13/03/2025	4:50:00	20,00	19,61	2%	127,10	127,00	0%
13/03/2025	4:55:00	20,00	19,58	2%	126,77	126,92	0%
13/03/2025	5:00:00	20,10	19,59	3%	126,97	126,97	0%
13/03/2025	5:05:00	20,00	19,55	2%	127,17	126,91	0%
13/03/2025	5:10:00	21,20	20,19	5%	126,70	126,84	0%
13/03/2025	5:15:00	24,10	23,46	3%	127,00	126,82	0%
13/03/2025	5:20:00	23,30	22,97	1%	126,43	126,25	0%
13/03/2025	5:25:00	23,10	22,71	2%	126,20	126,19	0%
13/03/2025	5:30:00	22,70	22,39	1%	126,33	126,28	0%
13/03/2025	5:35:00	22,90	22,29	3%	126,57	126,15	0%
13/03/2025	5:40:00	23,10	22,76	1%	125,87	126,04	0%
13/03/2025	5:45:00	22,90	22,49	2%	125,80	125,88	0%
13/03/2025	5:50:00	22,90	22,43	2%	126,07	126,02	0%
13/03/2025	5:55:00	22,90	22,51	2%	125,93	125,86	0%
13/03/2025	6:00:00	24,60	23,71	4%	125,93	125,93	0%
13/03/2025	6:05:00	26,70	26,21	2%	126,17	125,38	1%
13/03/2025	6:10:00	26,30	25,93	1%	125,87	125,78	0%
13/03/2025	6:15:00	26,30	25,60	3%	125,60	125,61	0%
13/03/2025	6:20:00	28,60	27,76	3%	126,33	125,63	1%
13/03/2025	6:25:00	29,60	28,89	2%	125,57	125,81	0%
13/03/2025	6:30:00	30,80	30,41	1%	125,47	125,22	0%
13/03/2025	6:35:00	30,20	29,47	2%	126,27	125,63	1%
13/03/2025	6:40:00	31,50	30,65	3%	125,43	125,10	0%
13/03/2025	6:45:00	32,40	31,87	2%	126,17	125,12	1%
13/03/2025	6:50:00	35,30	33,68	5%	126,37	125,49	1%
13/03/2025	6:55:00	40,90	39,99	2%	125,50	125,39	0%
13/03/2025	7:00:00	48,40	46,77	3%	125,33	125,01	0%
13/03/2025	7:05:00	54,50	51,33	6%	125,27	124,95	0%
13/03/2025	7:10:00	75,70	72,80	4%	125,57	124,99	0%
13/03/2025	7:15:00	82,30	80,30	2%	126,13	125,32	1%
13/03/2025	7:20:00	86,80	85,12	2%	125,53	125,18	0%
13/03/2025	7:25:00	87,70	86,67	1%	125,47	125,02	0%
13/03/2025	7:30:00	88,90	87,51	2%	126,70	125,57	1%
13/03/2025	7:35:00	90,50	88,95	2%	126,90	126,47	0%
13/03/2025	7:40:00	89,70	88,70	1%	127,10	126,67	0%
13/03/2025	7:45:00	89,10	88,44	1%	127,30	127,09	0%
13/03/2025	7:50:00	86,50	85,20	1%	127,03	127,14	0%

13/03/2025	7:55:00	86,20	85,05	1%	126,87	126,64	0%
13/03/2025	8:00:00	86,70	84,80	2%	126,83	126,89	0%
13/03/2025	8:05:00	90,70	89,12	2%	126,60	126,78	0%
13/03/2025	8:10:00	92,20	90,34	2%	126,43	126,56	0%
13/03/2025	8:15:00	96,50	94,90	2%	126,33	126,42	0%
13/03/2025	8:20:00	98,50	96,73	2%	125,97	126,13	0%
13/03/2025	8:25:00	100,30	98,41	2%	125,83	125,92	0%
13/03/2025	8:30:00	101,00	99,66	1%	125,73	125,87	0%
13/03/2025	8:35:00	94,70	94,15	1%	125,77	125,76	0%
13/03/2025	8:40:00	94,80	92,86	2%	125,67	125,67	0%
13/03/2025	8:45:00	98,40	96,42	2%	125,50	125,40	0%
13/03/2025	8:50:00	99,30	97,71	2%	125,33	125,24	0%
13/03/2025	8:55:00	101,00	99,09	2%	125,37	125,31	0%
13/03/2025	9:00:00	101,70	100,11	2%	125,27	125,40	0%
13/03/2025	9:05:00	101,60	99,53	2%	125,27	125,26	0%
13/03/2025	9:10:00	101,90	100,61	1%	125,13	125,09	0%
13/03/2025	9:15:00	101,10	99,32	2%	125,10	125,19	0%
13/03/2025	9:20:00	102,60	100,47	2%	125,07	125,11	0%
13/03/2025	9:25:00	103,20	101,64	2%	124,50	124,27	0%
13/03/2025	9:30:00	100,60	99,28	1%	124,47	124,36	0%
13/03/2025	9:35:00	100,40	98,75	2%	124,57	124,81	0%
13/03/2025	9:40:00	101,60	99,57	2%	124,37	123,85	0%
13/03/2025	9:45:00	102,50	100,58	2%	124,43	124,33	0%
13/03/2025	9:50:00	104,10	102,13	2%	124,47	124,48	0%
13/03/2025	9:55:00	104,60	102,61	2%	124,10	124,12	0%
13/03/2025	10:00:00	102,80	101,46	1%	123,30	123,32	0%
13/03/2025	10:05:00	101,00	99,60	1%	123,33	123,54	0%
13/03/2025	10:10:00	99,50	98,13	1%	123,73	123,43	0%
13/03/2025	10:15:00	99,40	97,61	2%	123,43	123,56	0%
13/03/2025	10:20:00	99,00	97,49	2%	123,50	123,64	0%
13/03/2025	10:25:00	99,80	98,03	2%	123,67	123,81	0%
13/03/2025	10:30:00	100,60	98,60	2%	123,53	123,51	0%
13/03/2025	10:35:00	100,30	98,58	2%	123,40	123,13	0%
13/03/2025	10:40:00	102,70	100,56	2%	123,83	123,52	0%
13/03/2025	10:45:00	105,30	103,19	2%	123,30	123,45	0%
13/03/2025	10:50:00	106,20	104,28	2%	123,30	123,48	0%
13/03/2025	10:55:00	106,90	105,05	2%	123,13	123,19	0%
13/03/2025	11:00:00	107,30	105,30	2%	122,80	123,27	0%
13/03/2025	11:05:00	107,60	105,63	2%	122,87	122,75	0%
13/03/2025	11:10:00	106,00	104,16	2%	122,83	122,76	0%
13/03/2025	11:15:00	104,30	103,05	1%	122,10	122,49	0%
13/03/2025	11:20:00	104,00	102,21	2%	121,97	122,07	0%
13/03/2025	11:25:00	103,20	101,20	2%	122,17	122,19	0%
13/03/2025	11:30:00	103,50	101,51	2%	122,23	122,49	0%
13/03/2025	11:35:00	101,60	100,50	1%	122,23	122,42	0%

13/03/2025	11:40:00	99,20	97,65	2%	122,20	122,24	0%
13/03/2025	11:45:00	96,40	94,88	2%	122,00	122,05	0%
13/03/2025	11:50:00	96,00	94,06	2%	122,00	122,08	0%
13/03/2025	11:55:00	96,30	94,51	2%	122,10	122,24	0%
13/03/2025	12:00:00	93,10	92,21	1%	122,43	123,05	1%
13/03/2025	12:05:00	82,10	82,23	0%	122,87	123,04	0%
13/03/2025	12:10:00	72,60	72,89	0%	123,27	123,43	0%
13/03/2025	12:15:00	66,90	66,18	1%	123,67	123,95	0%
13/03/2025	12:20:00	66,30	65,29	2%	123,67	123,87	0%
13/03/2025	12:25:00	64,40	63,57	1%	124,00	123,66	0%
13/03/2025	12:30:00	62,70	61,76	2%	124,00	124,18	0%
13/03/2025	12:35:00	61,50	60,40	2%	124,27	124,30	0%
13/03/2025	12:40:00	59,80	59,25	1%	124,43	124,68	0%
13/03/2025	12:45:00	57,60	56,91	1%	124,20	124,61	0%
13/03/2025	12:50:00	55,70	55,26	1%	124,37	124,70	0%
13/03/2025	12:55:00	53,10	52,14	2%	124,37	124,63	0%
13/03/2025	13:00:00	53,00	51,95	2%	124,67	125,13	0%
13/03/2025	13:05:00	52,30	51,75	1%	124,57	125,00	0%
13/03/2025	13:10:00	52,00	51,25	1%	124,53	124,95	0%
13/03/2025	13:15:00	52,00	51,21	2%	124,47	124,76	0%
13/03/2025	13:20:00	52,70	51,63	2%	124,33	124,15	0%
13/03/2025	13:25:00	53,00	52,10	2%	124,33	124,57	0%
13/03/2025	13:30:00	55,00	54,06	2%	124,33	124,87	0%
13/03/2025	13:35:00	54,10	53,29	1%	124,40	124,61	0%
13/03/2025	13:40:00	54,80	53,70	2%	124,23	124,30	0%
13/03/2025	13:45:00	58,90	57,47	2%	124,13	123,97	0%
13/03/2025	13:50:00	58,50	57,35	2%	124,17	124,01	0%
13/03/2025	13:55:00	60,80	59,42	2%	124,20	124,25	0%
13/03/2025	14:00:00	66,40	64,65	3%	124,23	123,91	0%
13/03/2025	14:05:00	75,40	72,25	4%	123,87	124,23	0%
13/03/2025	14:10:00	84,60	82,59	2%	123,60	123,67	0%
13/03/2025	14:15:00	88,70	86,67	2%	123,37	123,35	0%
13/03/2025	14:20:00	89,90	88,22	2%	123,47	123,53	0%
13/03/2025	14:25:00	92,30	90,24	2%	123,33	123,88	0%
13/03/2025	14:30:00	95,10	93,07	2%	123,33	123,10	0%
13/03/2025	14:35:00	98,40	95,92	3%	123,23	123,32	0%
13/03/2025	14:40:00	101,30	99,69	2%	122,97	122,70	0%
13/03/2025	14:45:00	102,70	101,02	2%	122,90	123,13	0%
13/03/2025	14:50:00	99,40	98,41	1%	122,83	122,97	0%
13/03/2025	14:55:00	99,10	97,22	2%	123,03	122,68	0%
13/03/2025	15:00:00	99,30	97,82	1%	123,07	123,01	0%
13/03/2025	15:05:00	101,40	99,28	2%	123,00	123,02	0%
13/03/2025	15:10:00	104,00	101,90	2%	122,83	123,35	0%
13/03/2025	15:15:00	103,70	102,34	1%	123,20	123,02	0%
13/03/2025	15:20:00	104,40	102,70	2%	123,17	123,25	0%

13/03/2025	15:25:00	102,00	100,70	1%	123,10	123,43	0%
13/03/2025	15:30:00	100,30	98,77	2%	123,23	123,61	0%
13/03/2025	15:35:00	100,60	98,99	2%	123,20	123,49	0%
13/03/2025	15:40:00	100,90	98,89	2%	123,47	123,64	0%
13/03/2025	15:45:00	103,00	101,21	2%	123,20	123,43	0%
13/03/2025	15:50:00	105,30	102,85	2%	123,30	123,25	0%
13/03/2025	15:55:00	107,00	105,04	2%	123,53	123,67	0%
13/03/2025	16:00:00	107,00	105,16	2%	123,37	123,52	0%
13/03/2025	16:05:00	104,90	103,32	2%	123,43	123,68	0%
13/03/2025	16:10:00	101,80	100,58	1%	123,60	123,71	0%
13/03/2025	16:15:00	102,20	100,12	2%	123,43	123,09	0%
13/03/2025	16:20:00	104,10	102,24	2%	123,80	123,13	1%
13/03/2025	16:25:00	105,20	103,01	2%	124,40	123,79	0%
13/03/2025	16:30:00	106,20	104,86	1%	124,70	124,61	0%
13/03/2025	16:35:00	103,60	101,85	2%	124,77	124,58	0%
13/03/2025	16:40:00	104,70	102,87	2%	124,63	124,55	0%
13/03/2025	16:45:00	104,00	102,32	2%	124,60	124,43	0%
13/03/2025	16:50:00	105,50	103,84	2%	124,73	124,33	0%
13/03/2025	16:55:00	105,40	103,43	2%	124,87	124,74	0%
13/03/2025	17:00:00	105,60	103,74	2%	125,23	124,93	0%
13/03/2025	17:05:00	105,90	103,77	2%	125,30	125,60	0%
13/03/2025	17:10:00	107,70	106,12	1%	125,30	125,22	0%
13/03/2025	17:15:00	107,00	105,21	2%	125,43	125,44	0%
13/03/2025	17:20:00	106,10	104,75	1%	125,50	125,80	0%
13/03/2025	17:25:00	104,90	103,35	1%	125,63	126,14	0%
13/03/2025	17:30:00	105,30	103,49	2%	125,53	125,76	0%
13/03/2025	17:35:00	105,50	104,05	1%	125,57	125,74	0%
13/03/2025	17:40:00	106,00	104,23	2%	125,67	125,64	0%
13/03/2025	17:45:00	107,90	105,53	2%	125,73	126,08	0%
13/03/2025	17:50:00	127,80	122,62	4%	125,67	126,04	0%
13/03/2025	17:55:00	130,40	128,35	2%	125,50	126,08	0%
13/03/2025	18:00:00	129,40	127,35	2%	125,60	125,46	0%
13/03/2025	18:05:00	127,30	125,87	1%	125,57	125,55	0%
13/03/2025	18:10:00	124,80	123,48	1%	124,13	123,59	0%
13/03/2025	18:15:00	122,60	121,27	1%	123,03	122,92	0%
13/03/2025	18:20:00	118,50	117,06	1%	123,03	122,46	0%
13/03/2025	18:25:00	114,40	114,32	0%	122,70	122,52	0%
13/03/2025	18:30:00	114,00	112,07	2%	122,63	121,75	1%
13/03/2025	18:35:00	115,40	113,76	1%	122,23	121,41	1%
13/03/2025	18:40:00	114,20	112,91	1%	121,83	121,39	0%
13/03/2025	18:45:00	115,70	113,86	2%	122,27	121,45	1%
13/03/2025	18:50:00	115,00	113,69	1%	122,30	121,59	1%
13/03/2025	18:55:00	114,90	113,35	1%	122,13	121,65	0%
13/03/2025	19:00:00	114,30	113,14	1%	122,13	121,00	1%
13/03/2025	19:05:00	110,20	109,83	0%	122,67	121,71	1%

13/03/2025	19:10:00	104,80	103,88	1%	122,67	122,09	0%
13/03/2025	19:15:00	103,10	102,00	1%	122,63	121,79	1%
13/03/2025	19:20:00	101,40	100,35	1%	122,47	121,91	0%
13/03/2025	19:25:00	100,90	99,53	1%	123,00	122,20	1%
13/03/2025	19:30:00	101,40	100,22	1%	122,90	122,38	0%
13/03/2025	19:35:00	97,20	96,46	1%	123,27	122,34	1%
13/03/2025	19:40:00	94,90	94,01	1%	123,83	123,38	0%
13/03/2025	19:45:00	95,70	94,32	1%	124,80	123,01	1%
13/03/2025	19:50:00	94,00	92,98	1%	125,97	125,29	1%
13/03/2025	19:55:00	91,00	90,24	1%	126,67	126,43	0%
13/03/2025	20:00:00	88,90	88,11	1%	126,70	126,66	0%
13/03/2025	20:05:00	87,00	85,84	1%	126,80	127,23	0%
13/03/2025	20:10:00	88,40	87,03	2%	126,57	126,57	0%
13/03/2025	20:15:00	87,60	86,73	1%	126,77	126,82	0%
13/03/2025	20:20:00	86,30	84,90	2%	126,80	126,87	0%
13/03/2025	20:25:00	86,40	85,63	1%	126,90	126,95	0%
13/03/2025	20:30:00	84,60	83,93	1%	127,03	127,15	0%
13/03/2025	20:35:00	83,70	82,57	1%	127,10	126,82	0%
13/03/2025	20:40:00	82,30	81,35	1%	127,13	127,21	0%
13/03/2025	20:45:00	82,60	81,40	1%	127,17	127,00	0%
13/03/2025	20:50:00	82,00	81,02	1%	126,87	127,07	0%
13/03/2025	20:55:00	78,60	79,52	1%	126,93	127,32	0%
13/03/2025	21:00:00	67,30	66,85	1%	126,87	127,65	1%
13/03/2025	21:05:00	68,10	66,33	3%	127,23	127,62	0%
13/03/2025	21:10:00	70,00	69,25	1%	127,10	127,44	0%
13/03/2025	21:15:00	69,50	68,57	1%	127,23	127,67	0%
13/03/2025	21:20:00	68,50	67,83	1%	127,37	127,56	0%
13/03/2025	21:25:00	68,10	66,93	2%	127,40	127,69	0%
13/03/2025	21:30:00	67,50	66,81	1%	127,60	127,87	0%
13/03/2025	21:35:00	66,00	65,31	1%	127,73	128,19	0%
13/03/2025	21:40:00	64,70	64,06	1%	127,67	128,58	1%
13/03/2025	21:45:00	62,60	62,01	1%	127,63	128,14	0%
13/03/2025	21:50:00	60,60	59,92	1%	127,83	128,38	0%
13/03/2025	21:55:00	59,40	58,48	2%	127,77	128,34	0%
13/03/2025	22:00:00	55,30	55,35	0%	127,93	128,50	0%
13/03/2025	22:05:00	49,60	49,81	0%	127,67	127,95	0%
13/03/2025	22:10:00	43,80	43,58	0%	127,60	128,49	1%
13/03/2025	22:15:00	31,20	34,32	10%	127,90	128,26	0%
13/03/2025	22:20:00	16,50	16,02	3%	128,03	128,65	0%
13/03/2025	22:25:00	16,50	16,02	3%	128,03	128,70	1%
13/03/2025	22:30:00	16,50	16,01	3%	128,17	128,80	0%
13/03/2025	22:35:00	16,40	15,98	3%	128,23	129,00	1%
13/03/2025	22:40:00	16,70	16,30	2%	128,20	128,88	1%
13/03/2025	22:45:00	16,50	16,00	3%	128,23	128,96	1%
13/03/2025	22:50:00	16,40	15,98	3%	128,43	129,00	0%

13/03/2025	22:55:00	16,40	16,01	2%	128,50	129,24	1%
13/03/2025	23:00:00	16,30	15,96	2%	128,60	129,35	1%
13/03/2025	23:05:00	16,60	16,19	2%	128,73	129,50	1%
13/03/2025	23:10:00	16,50	16,02	3%	128,60	129,21	0%
13/03/2025	23:15:00	17,00	16,48	3%	127,30	127,35	0%
13/03/2025	23:20:00	17,20	16,69	3%	125,57	125,34	0%
13/03/2025	23:25:00	16,80	16,50	2%	126,17	126,10	0%
13/03/2025	23:30:00	16,80	16,51	2%	126,43	126,25	0%
13/03/2025	23:35:00	16,70	16,32	2%	126,13	125,98	0%
13/03/2025	23:40:00	16,90	16,50	2%	126,23	126,21	0%
13/03/2025	23:45:00	16,70	16,35	2%	127,83	126,84	1%
13/03/2025	23:50:00	16,60	16,16	3%	128,77	128,55	0%
13/03/2025	23:55:00	16,80	16,39	2%	128,90	129,39	0%

Los datos del día 13 de marzo del 2025 en la corriente de HIOKI incrementa su forma desde las 5:00 AM, alcanzando su primer pico a las 9:00 AM y 10:00 AM. Posteriormente, desciende de forma gradual hacia el mediodía, su aumento se produce hacia las 4:00 PM y 6:00PM en referencia a su punto máximo. La corriente del dispositivo presenta el comportamiento similar con valores menores en las mismas franjas horarias. Los datos de voltaje se conservan estables sin variaciones considerables.

Tabla 35

Tabla de variables 14/Marzo/2025

Fecha	Hora	Corriente		% Error Relativo	Voltaje		% Error Relativo
		HIOKI	Dispositivo		HIOKI	Dispositivo	
14/03/2025	0:00:00	17,10	16,60	3%	128,97	129,76	1%
14/03/2025	0:05:00	17,10	16,63	3%	128,93	129,63	1%
14/03/2025	0:10:00	17,10	16,74	2%	128,80	129,61	1%
14/03/2025	0:15:00	17,10	16,72	2%	128,80	129,63	1%
14/03/2025	0:20:00	18,00	17,56	2%	128,87	129,69	1%
14/03/2025	0:25:00	17,60	17,17	2%	128,90	129,76	1%
14/03/2025	0:30:00	17,30	16,88	2%	128,97	129,80	1%
14/03/2025	0:35:00	17,30	16,95	2%	128,97	129,71	1%
14/03/2025	0:40:00	17,10	16,62	3%	129,03	129,82	1%
14/03/2025	0:45:00	17,00	16,52	3%	128,97	129,93	1%
14/03/2025	0:50:00	16,90	16,58	2%	129,07	129,80	1%
14/03/2025	0:55:00	16,60	16,15	3%	129,03	129,81	1%
14/03/2025	1:00:00	16,60	16,13	3%	129,10	129,82	1%
14/03/2025	1:05:00	16,70	16,21	3%	129,13	129,89	1%
14/03/2025	1:10:00	16,60	16,23	2%	129,03	129,73	1%

14/03/2025	1:15:00	16,70	16,24	3%	129,00	129,60	0%
14/03/2025	1:20:00	17,00	16,53	3%	129,00	129,60	0%
14/03/2025	1:25:00	16,60	16,22	2%	129,07	129,61	0%
14/03/2025	1:30:00	16,60	16,20	2%	129,17	129,71	0%
14/03/2025	1:35:00	16,60	16,19	3%	129,27	130,12	1%
14/03/2025	1:40:00	16,70	16,24	3%	129,23	130,03	1%
14/03/2025	1:45:00	17,20	16,80	2%	129,33	130,08	1%
14/03/2025	1:50:00	16,90	16,48	3%	129,40	130,09	1%
14/03/2025	1:55:00	16,90	16,41	3%	129,33	130,13	1%
14/03/2025	2:00:00	16,80	16,35	3%	129,30	130,08	1%
14/03/2025	2:05:00	16,60	16,09	3%	129,43	130,26	1%
14/03/2025	2:10:00	16,70	16,10	4%	129,43	130,30	1%
14/03/2025	2:15:00	16,70	16,44	2%	129,43	130,38	1%
14/03/2025	2:20:00	16,40	16,02	2%	129,47	130,22	1%
14/03/2025	2:25:00	16,30	15,87	3%	129,47	130,35	1%
14/03/2025	2:30:00	16,30	15,84	3%	129,47	130,32	1%
14/03/2025	2:35:00	16,30	15,88	3%	129,47	130,32	1%
14/03/2025	2:40:00	16,70	16,18	3%	129,47	130,25	1%
14/03/2025	2:45:00	16,30	15,87	3%	129,47	130,11	1%
14/03/2025	2:50:00	16,30	15,88	3%	129,37	130,10	1%
14/03/2025	2:55:00	16,30	15,88	3%	129,43	130,09	1%
14/03/2025	3:00:00	16,30	15,87	3%	129,33	130,10	1%
14/03/2025	3:05:00	16,50	16,02	3%	129,57	130,18	0%
14/03/2025	3:10:00	17,10	16,69	2%	129,33	130,20	1%
14/03/2025	3:15:00	16,80	16,35	3%	129,33	130,23	1%
14/03/2025	3:20:00	16,60	16,17	3%	129,47	130,22	1%
14/03/2025	3:25:00	16,40	16,01	2%	129,37	130,20	1%
14/03/2025	3:30:00	16,40	15,97	3%	129,30	130,06	1%
14/03/2025	3:35:00	16,70	16,30	2%	129,37	130,21	1%
14/03/2025	3:40:00	16,40	15,92	3%	129,47	130,09	0%
14/03/2025	3:45:00	16,30	15,91	2%	129,37	130,16	1%
14/03/2025	3:50:00	16,40	15,93	3%	129,37	130,11	1%
14/03/2025	3:55:00	16,40	15,91	3%	129,37	130,05	1%
14/03/2025	4:00:00	16,40	15,89	3%	129,37	130,16	1%
14/03/2025	4:05:00	16,70	16,29	2%	129,23	129,84	0%
14/03/2025	4:10:00	16,50	16,03	3%	128,40	128,36	0%
14/03/2025	4:15:00	16,90	16,38	3%	126,90	126,55	0%
14/03/2025	4:20:00	16,90	16,51	2%	126,70	126,82	0%
14/03/2025	4:25:00	16,90	16,49	2%	126,70	126,69	0%
14/03/2025	4:30:00	16,90	16,46	3%	126,90	126,65	0%
14/03/2025	4:35:00	16,90	16,57	2%	126,43	126,53	0%
14/03/2025	4:40:00	16,60	16,15	3%	126,70	126,66	0%
14/03/2025	4:45:00	16,60	16,17	3%	126,40	126,49	0%
14/03/2025	4:50:00	16,60	16,17	3%	127,07	126,53	0%
14/03/2025	4:55:00	21,10	19,53	7%	126,50	126,31	0%

14/03/2025	5:00:00	24,20	23,78	2%	125,70	125,99	0%
14/03/2025	5:05:00	23,80	23,46	1%	125,80	126,00	0%
14/03/2025	5:10:00	23,80	23,35	2%	125,60	125,83	0%
14/03/2025	5:15:00	23,20	22,81	2%	125,57	125,60	0%
14/03/2025	5:20:00	23,00	22,65	2%	125,53	125,67	0%
14/03/2025	5:25:00	23,40	22,95	2%	125,33	125,52	0%
14/03/2025	5:30:00	23,10	22,66	2%	125,27	125,56	0%
14/03/2025	5:35:00	23,10	22,70	2%	124,87	125,10	0%
14/03/2025	5:40:00	23,10	22,71	2%	125,30	125,26	0%
14/03/2025	5:45:00	23,40	22,96	2%	125,23	125,44	0%
14/03/2025	5:50:00	23,60	22,97	3%	125,03	125,51	0%
14/03/2025	5:55:00	23,50	23,32	1%	124,97	125,16	0%
14/03/2025	6:00:00	24,70	23,75	4%	125,47	125,41	0%
14/03/2025	6:05:00	25,90	25,47	2%	124,97	125,34	0%
14/03/2025	6:10:00	26,60	25,91	3%	125,17	124,99	0%
14/03/2025	6:15:00	29,00	27,95	4%	124,37	124,59	0%
14/03/2025	6:20:00	29,40	28,82	2%	123,97	124,29	0%
14/03/2025	6:25:00	29,20	28,57	2%	124,17	124,19	0%
14/03/2025	6:30:00	31,10	30,51	2%	124,97	123,90	1%
14/03/2025	6:35:00	31,50	30,87	2%	125,00	123,84	1%
14/03/2025	6:40:00	31,60	31,01	2%	125,17	125,19	0%
14/03/2025	6:45:00	33,30	32,06	4%	125,40	125,72	0%
14/03/2025	6:50:00	37,20	36,14	3%	126,17	125,83	0%
14/03/2025	6:55:00	39,10	38,30	2%	125,93	125,71	0%
14/03/2025	7:00:00	42,30	40,33	5%	125,27	125,06	0%
14/03/2025	7:05:00	52,90	50,95	4%	126,10	125,99	0%
14/03/2025	7:10:00	62,20	60,31	3%	125,93	126,37	0%
14/03/2025	7:15:00	69,00	66,79	3%	125,57	125,96	0%
14/03/2025	7:20:00	72,70	70,97	2%	125,40	125,19	0%
14/03/2025	7:25:00	78,60	76,88	2%	125,33	125,43	0%
14/03/2025	7:30:00	79,10	77,72	2%	125,47	125,20	0%
14/03/2025	7:35:00	81,30	79,80	2%	125,07	125,11	0%
14/03/2025	7:40:00	84,30	82,00	3%	125,13	124,99	0%
14/03/2025	7:45:00	87,70	86,16	2%	125,13	125,00	0%
14/03/2025	7:50:00	89,30	87,59	2%	124,70	124,84	0%
14/03/2025	7:55:00	89,50	88,09	2%	125,17	124,99	0%
14/03/2025	8:00:00	92,60	90,75	2%	125,03	125,01	0%
14/03/2025	8:05:00	91,10	89,94	1%	125,80	125,62	0%
14/03/2025	8:10:00	93,10	91,28	2%	125,73	125,79	0%
14/03/2025	8:15:00	95,40	93,61	2%	125,67	125,90	0%
14/03/2025	8:20:00	93,80	92,54	1%	125,17	125,48	0%
14/03/2025	8:25:00	95,30	93,45	2%	125,23	125,61	0%
14/03/2025	8:30:00	94,90	93,85	1%	125,10	125,31	0%
14/03/2025	8:35:00	93,10	91,79	1%	125,00	125,64	1%
14/03/2025	8:40:00	93,40	92,08	1%	124,80	125,33	0%

14/03/2025	8:45:00	92,60	91,44	1%	124,87	125,15	0%
14/03/2025	8:50:00	91,50	90,03	2%	124,93	125,16	0%
14/03/2025	8:55:00	92,10	90,26	2%	124,73	124,99	0%
14/03/2025	9:00:00	92,20	90,89	1%	124,60	124,84	0%
14/03/2025	9:05:00	92,80	91,18	2%	124,90	125,06	0%
14/03/2025	9:10:00	94,00	92,24	2%	124,97	124,92	0%
14/03/2025	9:15:00	94,00	92,69	1%	124,20	124,17	0%
14/03/2025	9:20:00	94,70	93,15	2%	124,07	124,27	0%
14/03/2025	9:25:00	94,20	92,87	1%	124,00	124,18	0%
14/03/2025	9:30:00	94,80	92,80	2%	123,83	123,98	0%
14/03/2025	9:35:00	95,00	93,70	1%	123,80	123,72	0%
14/03/2025	9:40:00	93,70	92,35	1%	123,83	124,09	0%
14/03/2025	9:45:00	92,10	90,88	1%	123,97	123,86	0%
14/03/2025	9:50:00	93,30	91,01	2%	123,97	124,10	0%
14/03/2025	9:55:00	95,60	94,19	1%	123,90	124,45	0%
14/03/2025	10:00:00	93,20	92,51	1%	123,87	123,99	0%
14/03/2025	10:05:00	90,30	89,23	1%	124,47	124,11	0%
14/03/2025	10:10:00	89,50	88,13	2%	124,57	124,53	0%
14/03/2025	10:15:00	89,20	87,52	2%	124,33	124,37	0%
14/03/2025	10:20:00	90,60	88,85	2%	124,30	124,87	0%
14/03/2025	10:25:00	90,70	89,13	2%	124,20	124,39	0%
14/03/2025	10:30:00	91,00	89,22	2%	124,13	124,17	0%
14/03/2025	10:35:00	90,70	89,13	2%	124,07	124,35	0%
14/03/2025	10:40:00	91,30	89,71	2%	124,17	124,14	0%
14/03/2025	10:45:00	92,40	90,71	2%	124,10	124,27	0%
14/03/2025	10:50:00	93,00	91,02	2%	124,07	124,35	0%
14/03/2025	10:55:00	92,60	91,28	1%	123,93	124,44	0%
14/03/2025	11:00:00	91,00	89,57	2%	123,90	123,98	0%
14/03/2025	11:05:00	90,40	89,10	1%	123,80	123,99	0%
14/03/2025	11:10:00	91,20	89,46	2%	123,80	124,30	0%
14/03/2025	11:15:00	91,10	89,38	2%	123,67	123,97	0%
14/03/2025	11:20:00	91,50	90,22	1%	123,67	123,90	0%
14/03/2025	11:25:00	91,10	89,55	2%	123,60	123,73	0%
14/03/2025	11:30:00	90,80	89,16	2%	123,80	123,95	0%
14/03/2025	11:35:00	89,70	87,79	2%	123,77	123,73	0%
14/03/2025	11:40:00	90,60	88,71	2%	123,70	123,74	0%
14/03/2025	11:45:00	89,60	88,45	1%	123,73	123,94	0%
14/03/2025	11:50:00	88,70	87,14	2%	123,87	123,93	0%
14/03/2025	11:55:00	86,30	85,19	1%	123,90	123,96	0%
14/03/2025	12:00:00	82,80	82,54	0%	124,23	124,09	0%
14/03/2025	12:05:00	74,00	73,87	0%	124,47	124,30	0%
14/03/2025	12:10:00	68,80	68,67	0%	124,63	124,54	0%
14/03/2025	12:15:00	62,80	61,88	1%	124,70	125,21	0%
14/03/2025	12:20:00	60,90	60,25	1%	124,87	125,23	0%
14/03/2025	12:25:00	58,40	57,50	2%	125,07	125,39	0%

14/03/2025	12:30:00	56,00	55,50	1%	125,17	125,46	0%
14/03/2025	12:35:00	53,30	52,53	1%	125,30	125,81	0%
14/03/2025	12:40:00	52,00	51,13	2%	125,33	125,95	0%
14/03/2025	12:45:00	51,50	50,61	2%	125,33	125,75	0%
14/03/2025	12:50:00	50,90	50,16	1%	125,37	126,57	1%
14/03/2025	12:55:00	51,20	50,32	2%	125,33	126,29	1%
14/03/2025	13:00:00	50,60	49,81	2%	125,47	126,01	0%
14/03/2025	13:05:00	51,70	50,66	2%	125,37	126,00	1%
14/03/2025	13:10:00	49,40	49,08	1%	125,37	126,10	1%
14/03/2025	13:15:00	50,10	48,82	3%	125,40	126,21	1%
14/03/2025	13:20:00	50,60	49,64	2%	125,40	126,09	1%
14/03/2025	13:25:00	52,00	50,73	2%	125,33	125,92	0%
14/03/2025	13:30:00	54,30	53,06	2%	125,23	125,79	0%
14/03/2025	13:35:00	53,80	53,14	1%	125,20	125,64	0%
14/03/2025	13:40:00	53,70	52,78	2%	125,20	126,20	1%
14/03/2025	13:45:00	54,20	53,22	2%	125,20	125,98	1%
14/03/2025	13:50:00	57,50	56,12	2%	125,23	126,19	1%
14/03/2025	13:55:00	57,40	56,42	2%	125,17	126,05	1%
14/03/2025	14:00:00	62,90	60,89	3%	125,13	126,10	1%
14/03/2025	14:05:00	68,40	66,87	2%	125,07	125,64	0%
14/03/2025	14:10:00	75,00	71,89	4%	124,97	125,75	1%
14/03/2025	14:15:00	80,30	79,23	1%	124,57	125,39	1%
14/03/2025	14:20:00	81,10	79,53	2%	124,57	125,12	0%
14/03/2025	14:25:00	82,70	81,36	2%	124,53	125,28	1%
14/03/2025	14:30:00	82,90	81,56	2%	124,50	125,27	1%
14/03/2025	14:35:00	83,80	82,58	1%	124,43	125,33	1%
14/03/2025	14:40:00	83,10	81,83	2%	124,47	125,30	1%
14/03/2025	14:45:00	84,40	82,93	2%	124,43	125,32	1%
14/03/2025	14:50:00	85,20	83,81	2%	124,43	125,14	1%
14/03/2025	14:55:00	87,40	85,33	2%	124,47	125,24	1%
14/03/2025	15:00:00	88,40	87,19	1%	124,43	124,99	0%
14/03/2025	15:05:00	88,30	86,71	2%	124,50	125,44	1%
14/03/2025	15:10:00	89,20	88,00	1%	124,50	125,01	0%
14/03/2025	15:15:00	89,40	87,97	2%	124,37	125,06	1%
14/03/2025	15:20:00	89,60	88,21	2%	124,37	124,99	1%
14/03/2025	15:25:00	88,30	87,29	1%	124,37	124,90	0%
14/03/2025	15:30:00	89,40	87,67	2%	124,50	124,93	0%
14/03/2025	15:35:00	89,10	87,93	1%	124,47	125,11	1%
14/03/2025	15:40:00	91,20	89,14	2%	124,37	125,06	1%
14/03/2025	15:45:00	93,20	91,62	2%	124,27	125,02	1%
14/03/2025	15:50:00	95,20	92,97	2%	124,30	124,80	0%
14/03/2025	15:55:00	98,40	96,94	1%	124,33	125,15	1%
14/03/2025	16:00:00	96,90	95,87	1%	124,37	124,98	0%
14/03/2025	16:05:00	95,70	94,50	1%	124,37	124,93	0%
14/03/2025	16:10:00	95,50	94,11	1%	124,43	125,33	1%

14/03/2025	16:15:00	95,80	94,53	1%	124,33	125,14	1%
14/03/2025	16:20:00	95,50	94,39	1%	124,43	124,84	0%
14/03/2025	16:25:00	92,70	91,71	1%	124,50	125,04	0%
14/03/2025	16:30:00	90,70	90,06	1%	124,57	125,08	0%
14/03/2025	16:35:00	89,80	88,50	1%	124,60	125,36	1%
14/03/2025	16:40:00	91,90	89,71	2%	124,70	125,24	0%
14/03/2025	16:45:00	95,30	94,19	1%	124,67	125,08	0%
14/03/2025	16:50:00	95,20	93,54	2%	124,63	125,37	1%
14/03/2025	16:55:00	94,40	93,25	1%	124,47	125,03	0%
14/03/2025	17:00:00	94,20	92,75	2%	124,50	125,10	0%
14/03/2025	17:05:00	93,30	92,13	1%	124,87	125,28	0%
14/03/2025	17:10:00	93,70	92,03	2%	124,77	125,66	1%
14/03/2025	17:15:00	95,50	93,64	2%	124,70	125,57	1%
14/03/2025	17:20:00	95,40	93,81	2%	124,77	125,26	0%
14/03/2025	17:25:00	97,30	95,88	1%	124,77	125,40	1%
14/03/2025	17:30:00	96,10	94,92	1%	125,03	125,59	0%
14/03/2025	17:35:00	94,50	93,20	1%	125,17	125,61	0%
14/03/2025	17:40:00	104,40	98,10	6%	125,07	125,54	0%
14/03/2025	17:45:00	124,30	122,45	1%	124,63	125,06	0%
14/03/2025	17:50:00	125,00	123,32	1%	124,57	125,14	0%
14/03/2025	17:55:00	123,70	122,49	1%	124,73	125,08	0%
14/03/2025	18:00:00	118,10	117,50	1%	124,83	125,07	0%
14/03/2025	18:05:00	113,50	112,83	1%	124,90	124,81	0%
14/03/2025	18:10:00	111,90	110,60	1%	124,83	125,16	0%
14/03/2025	18:15:00	110,10	108,87	1%	124,97	125,03	0%
14/03/2025	18:20:00	105,20	104,68	0%	124,97	125,24	0%
14/03/2025	18:25:00	103,50	102,09	1%	124,80	124,10	1%
14/03/2025	18:30:00	103,60	102,58	1%	124,73	123,88	1%
14/03/2025	18:35:00	103,30	101,68	2%	124,83	124,48	0%
14/03/2025	18:40:00	104,90	103,47	1%	124,83	124,22	0%
14/03/2025	18:45:00	106,70	104,80	2%	124,67	124,26	0%
14/03/2025	18:50:00	107,00	105,85	1%	124,93	124,27	1%
14/03/2025	18:55:00	104,80	103,57	1%	124,90	124,41	0%
14/03/2025	19:00:00	102,00	101,04	1%	124,93	124,81	0%
14/03/2025	19:05:00	101,50	100,10	1%	125,07	124,68	0%
14/03/2025	19:10:00	99,80	98,58	1%	125,17	124,86	0%
14/03/2025	19:15:00	100,20	98,46	2%	125,47	124,79	1%
14/03/2025	19:20:00	100,10	98,91	1%	125,33	125,01	0%
14/03/2025	19:25:00	99,80	98,58	1%	125,23	125,05	0%
14/03/2025	19:30:00	98,60	97,31	1%	125,37	125,01	0%
14/03/2025	19:35:00	98,60	96,99	2%	125,33	125,06	0%
14/03/2025	19:40:00	98,90	97,96	1%	125,47	125,07	0%
14/03/2025	19:45:00	97,00	95,82	1%	125,60	125,29	0%
14/03/2025	19:50:00	95,60	94,35	1%	125,80	125,69	0%
14/03/2025	19:55:00	95,60	94,24	1%	125,87	125,64	0%

14/03/2025	20:00:00	95,60	94,38	1%	125,83	125,75	0%
14/03/2025	20:05:00	93,30	92,82	1%	125,93	126,02	0%
14/03/2025	20:10:00	89,30	88,81	1%	126,03	126,88	1%
14/03/2025	20:15:00	86,70	85,85	1%	126,07	126,27	0%
14/03/2025	20:20:00	85,40	84,23	1%	126,13	126,24	0%
14/03/2025	20:25:00	85,20	84,05	1%	126,17	126,21	0%
14/03/2025	20:30:00	84,80	83,70	1%	126,30	126,30	0%
14/03/2025	20:35:00	85,10	83,77	2%	126,43	126,67	0%
14/03/2025	20:40:00	84,50	84,82	0%	126,47	126,24	0%
14/03/2025	20:45:00	73,50	73,62	0%	126,73	126,63	0%
14/03/2025	20:50:00	68,10	67,17	1%	126,87	127,59	1%
14/03/2025	20:55:00	67,40	66,41	1%	126,83	127,27	0%
14/03/2025	21:00:00	67,60	66,61	1%	126,70	127,35	1%
14/03/2025	21:05:00	65,70	65,08	1%	126,77	127,16	0%
14/03/2025	21:10:00	64,70	63,63	2%	126,83	127,33	0%
14/03/2025	21:15:00	63,40	62,72	1%	127,00	127,69	1%
14/03/2025	21:20:00	63,20	62,15	2%	127,10	127,78	1%
14/03/2025	21:25:00	63,20	62,38	1%	127,13	127,59	0%
14/03/2025	21:30:00	62,30	61,59	1%	127,10	127,87	1%
14/03/2025	21:35:00	59,50	58,69	1%	127,23	127,92	1%
14/03/2025	21:40:00	58,40	57,57	1%	127,13	127,72	0%
14/03/2025	21:45:00	57,00	56,26	1%	127,00	127,77	1%
14/03/2025	21:50:00	56,50	55,52	2%	127,20	127,93	1%
14/03/2025	21:55:00	54,60	54,02	1%	127,33	128,09	1%
14/03/2025	22:00:00	52,70	51,90	2%	127,47	128,58	1%
14/03/2025	22:05:00	48,20	48,08	0%	127,60	128,47	1%
14/03/2025	22:10:00	46,70	45,60	2%	127,73	128,75	1%
14/03/2025	22:15:00	43,50	43,47	0%	127,77	128,51	1%
14/03/2025	22:20:00	29,90	33,55	12%	128,07	128,25	0%
14/03/2025	22:25:00	15,80	15,52	2%	128,07	128,98	1%
14/03/2025	22:30:00	15,80	15,46	2%	128,17	129,06	1%
14/03/2025	22:35:00	15,70	15,35	2%	128,40	129,31	1%
14/03/2025	22:40:00	16,00	15,59	3%	128,40	129,40	1%
14/03/2025	22:45:00	16,00	15,62	2%	128,43	129,38	1%
14/03/2025	22:50:00	16,00	15,59	3%	128,50	129,47	1%
14/03/2025	22:55:00	16,00	15,55	3%	128,60	129,54	1%
14/03/2025	23:00:00	16,00	15,49	3%	128,57	129,65	1%
14/03/2025	23:05:00	15,80	15,58	1%	128,67	129,61	1%
14/03/2025	23:10:00	15,70	15,25	3%	128,63	129,68	1%
14/03/2025	23:15:00	15,70	15,26	3%	128,77	129,66	1%
14/03/2025	23:20:00	15,70	15,27	3%	129,00	129,79	1%
14/03/2025	23:25:00	15,60	15,24	2%	129,10	129,98	1%
14/03/2025	23:30:00	16,00	15,53	3%	129,17	130,06	1%
14/03/2025	23:35:00	15,80	15,44	2%	129,17	130,22	1%
14/03/2025	23:40:00	15,80	15,38	3%	129,03	130,14	1%

14/03/2025	23:45:00	15,90	15,48	3%	129,07	129,91	1%
14/03/2025	23:50:00	15,80	15,47	2%	128,87	129,88	1%
14/03/2025	23:55:00	16,30	15,88	3%	128,77	129,77	1%

El día 14 de marzo en los datos de HIOKI su tendencia se incrementa a las 6:00 AM con el mismo pico de las 9:00 AM, disminuyendo hacia el mediodía, la variante creciente hacia las 2:00 de la tarde y su pico entre las 5:00 y 5:40 PM. La corriente del dispositivo sigue la misma tendencia con menor valor, pero con mayor estabilidad.

Tabla 36

Tabla de variables 15/Marzo/2025

Fecha	Hora	Corriente		% Error Relativo	Voltaje		% Error Relativo
		HIOKI	Dispositivo		HIOKI	Dispositivo	
15/03/2025	0:00:00	16,00	15,57	3%	128,83	129,83	1%
15/03/2025	0:05:00	16,10	15,73	2%	129,00	129,95	1%
15/03/2025	0:10:00	16,00	15,63	2%	129,00	130,15	1%
15/03/2025	0:15:00	16,20	15,74	3%	129,20	130,16	1%
15/03/2025	0:20:00	16,60	16,24	2%	129,23	130,25	1%
15/03/2025	0:25:00	16,20	15,83	2%	129,23	130,34	1%
15/03/2025	0:30:00	15,80	15,51	2%	129,27	130,33	1%
15/03/2025	0:35:00	15,70	15,38	2%	129,27	130,17	1%
15/03/2025	0:40:00	15,70	15,34	2%	129,17	130,14	1%
15/03/2025	0:45:00	16,00	15,61	2%	129,27	130,37	1%
15/03/2025	0:50:00	15,70	15,35	2%	129,27	130,43	1%
15/03/2025	0:55:00	15,60	15,26	2%	129,23	130,29	1%
15/03/2025	1:00:00	15,70	15,29	3%	129,37	130,36	1%
15/03/2025	1:05:00	16,10	15,62	3%	129,47	130,44	1%
15/03/2025	1:10:00	15,70	15,35	2%	129,07	129,81	1%
15/03/2025	1:15:00	15,80	15,43	2%	128,70	129,33	0%
15/03/2025	1:20:00	15,80	15,43	2%	128,67	129,44	1%
15/03/2025	1:25:00	15,80	15,39	3%	128,63	129,33	1%
15/03/2025	1:30:00	16,10	15,65	3%	128,60	129,24	0%
15/03/2025	1:35:00	16,20	15,74	3%	128,63	129,50	1%
15/03/2025	1:40:00	16,10	15,72	2%	128,67	129,52	1%
15/03/2025	1:45:00	16,00	15,60	3%	128,77	129,41	0%
15/03/2025	1:50:00	15,80	15,46	2%	128,73	129,53	1%
15/03/2025	1:55:00	16,00	15,58	3%	128,90	129,47	0%
15/03/2025	2:00:00	15,70	15,28	3%	128,77	129,47	1%
15/03/2025	2:05:00	15,70	15,31	2%	128,83	129,48	1%

15/03/2025	2:10:00	15,70	15,32	2%	128,87	129,48	0%
15/03/2025	2:15:00	16,00	15,60	2%	128,60	129,01	0%
15/03/2025	2:20:00	15,70	15,33	2%	128,23	128,83	0%
15/03/2025	2:25:00	15,70	15,32	2%	128,70	129,16	0%
15/03/2025	2:30:00	15,70	15,34	2%	128,23	128,97	1%
15/03/2025	2:35:00	15,70	15,34	2%	128,20	128,81	0%
15/03/2025	2:40:00	16,00	15,32	4%	128,33	129,02	1%
15/03/2025	2:45:00	15,70	15,66	0%	128,37	128,94	0%
15/03/2025	2:50:00	15,70	15,31	2%	128,50	129,09	0%
15/03/2025	2:55:00	15,70	15,36	2%	128,50	129,06	0%
15/03/2025	3:00:00	15,70	15,30	3%	128,37	128,97	0%
15/03/2025	3:05:00	15,80	15,33	3%	128,33	128,97	0%
15/03/2025	3:10:00	16,20	15,88	2%	128,47	129,17	1%
15/03/2025	3:15:00	15,90	15,52	2%	128,53	129,28	1%
15/03/2025	3:20:00	15,60	15,35	2%	128,43	129,23	1%
15/03/2025	3:25:00	15,60	15,23	2%	128,47	129,16	1%
15/03/2025	3:30:00	15,50	15,19	2%	128,53	129,14	0%
15/03/2025	3:35:00	15,80	15,54	2%	128,53	129,14	0%
15/03/2025	3:40:00	15,60	15,21	2%	128,77	129,26	0%
15/03/2025	3:45:00	15,50	15,22	2%	128,60	129,12	0%
15/03/2025	3:50:00	15,60	15,18	3%	128,53	129,35	1%
15/03/2025	3:55:00	15,50	15,19	2%	128,53	129,31	1%
15/03/2025	4:00:00	15,60	15,23	2%	128,43	129,29	1%
15/03/2025	4:05:00	16,00	15,60	3%	128,43	128,88	0%
15/03/2025	4:10:00	15,70	15,40	2%	126,93	127,27	0%
15/03/2025	4:15:00	15,70	15,39	2%	127,10	127,44	0%
15/03/2025	4:20:00	15,70	15,31	3%	127,13	127,58	0%
15/03/2025	4:25:00	16,00	15,67	2%	127,10	127,54	0%
15/03/2025	4:30:00	16,30	15,91	2%	127,00	127,57	0%
15/03/2025	4:35:00	15,80	15,54	2%	126,93	127,54	0%
15/03/2025	4:40:00	15,60	15,28	2%	126,93	127,38	0%
15/03/2025	4:45:00	15,70	15,32	2%	127,00	127,36	0%
15/03/2025	4:50:00	15,60	15,33	2%	126,80	127,15	0%
15/03/2025	4:55:00	15,90	15,33	4%	127,20	127,36	0%
15/03/2025	5:00:00	15,80	15,61	1%	127,10	127,60	0%
15/03/2025	5:05:00	15,70	15,36	2%	126,80	127,19	0%
15/03/2025	5:10:00	15,60	15,36	2%	126,83	127,19	0%
15/03/2025	5:15:00	15,20	14,98	1%	126,97	127,09	0%
15/03/2025	5:20:00	15,40	14,89	3%	126,77	127,04	0%
15/03/2025	5:25:00	15,10	14,94	1%	126,67	127,07	0%
15/03/2025	5:30:00	15,10	14,76	2%	126,53	126,86	0%
15/03/2025	5:35:00	15,10	14,76	2%	126,73	127,03	0%
15/03/2025	5:40:00	15,20	14,77	3%	126,80	127,00	0%
15/03/2025	5:45:00	15,40	14,95	3%	126,53	126,89	0%
15/03/2025	5:50:00	15,60	15,24	2%	126,70	126,93	0%

15/03/2025	5:55:00	15,20	14,86	2%	126,87	127,03	0%
15/03/2025	6:00:00	15,30	14,86	3%	126,63	126,88	0%
15/03/2025	6:05:00	15,20	14,86	2%	126,07	126,34	0%
15/03/2025	6:10:00	15,20	14,91	2%	126,17	126,41	0%
15/03/2025	6:15:00	15,60	15,23	2%	126,47	126,49	0%
15/03/2025	6:20:00	15,40	15,08	2%	126,17	126,17	0%
15/03/2025	6:25:00	18,40	17,21	6%	126,33	126,37	0%
15/03/2025	6:30:00	22,40	21,48	4%	126,20	126,59	0%
15/03/2025	6:35:00	22,30	22,09	1%	126,63	126,94	0%
15/03/2025	6:40:00	23,10	22,19	4%	126,40	126,76	0%
15/03/2025	6:45:00	23,80	23,48	1%	126,07	126,51	0%
15/03/2025	6:50:00	24,80	24,23	2%	126,00	126,51	0%
15/03/2025	6:55:00	25,00	24,66	1%	127,10	126,61	0%
15/03/2025	7:00:00	25,00	24,36	3%	127,80	128,27	0%
15/03/2025	7:05:00	25,90	25,45	2%	127,30	127,92	0%
15/03/2025	7:10:00	26,60	25,99	2%	126,83	127,43	0%
15/03/2025	7:15:00	27,30	26,99	1%	126,90	127,09	0%
15/03/2025	7:20:00	27,50	26,91	2%	126,60	127,24	1%
15/03/2025	7:25:00	26,20	25,95	1%	126,40	126,81	0%
15/03/2025	7:30:00	24,80	24,70	0%	126,07	126,51	0%
15/03/2025	7:35:00	25,90	25,09	3%	126,07	126,60	0%
15/03/2025	7:40:00	26,50	25,94	2%	126,27	126,24	0%
15/03/2025	7:45:00	26,30	25,91	1%	126,30	126,06	0%
15/03/2025	7:50:00	26,80	26,30	2%	126,27	126,57	0%
15/03/2025	7:55:00	26,80	26,14	2%	126,33	126,64	0%
15/03/2025	8:00:00	26,70	26,14	2%	126,37	126,10	0%
15/03/2025	8:05:00	29,00	27,23	6%	126,80	127,07	0%
15/03/2025	8:10:00	37,20	36,20	3%	126,57	126,93	0%
15/03/2025	8:15:00	36,10	35,53	2%	126,50	126,76	0%
15/03/2025	8:20:00	36,60	35,84	2%	126,17	126,72	0%
15/03/2025	8:25:00	37,00	36,75	1%	125,90	126,07	0%
15/03/2025	8:30:00	35,10	34,98	0%	125,93	125,73	0%
15/03/2025	8:35:00	32,60	32,18	1%	125,80	125,91	0%
15/03/2025	8:40:00	32,60	32,22	1%	125,77	125,79	0%
15/03/2025	8:45:00	31,80	31,16	2%	125,73	126,01	0%
15/03/2025	8:50:00	32,00	31,60	1%	125,63	125,84	0%
15/03/2025	8:55:00	31,10	30,74	1%	125,43	125,43	0%
15/03/2025	9:00:00	31,30	30,71	2%	125,40	125,67	0%
15/03/2025	9:05:00	31,00	30,47	2%	125,40	125,09	0%
15/03/2025	9:10:00	30,40	29,94	2%	125,40	125,46	0%
15/03/2025	9:15:00	30,10	29,64	2%	125,40	125,68	0%
15/03/2025	9:20:00	32,80	31,32	5%	125,13	125,60	0%
15/03/2025	9:25:00	35,60	35,16	1%	125,03	125,50	0%
15/03/2025	9:30:00	34,60	34,19	1%	125,00	125,22	0%
15/03/2025	9:35:00	35,10	34,44	2%	125,00	125,53	0%

15/03/2025	9:40:00	36,60	35,98	2%	124,90	125,27	0%
15/03/2025	9:45:00	36,70	36,05	2%	124,87	125,10	0%
15/03/2025	9:50:00	37,50	36,95	1%	124,83	125,06	0%
15/03/2025	9:55:00	37,70	36,96	2%	124,80	125,19	0%
15/03/2025	10:00:00	37,80	37,20	2%	124,83	125,13	0%
15/03/2025	10:05:00	37,30	36,76	1%	124,67	124,99	0%
15/03/2025	10:10:00	39,50	38,50	3%	124,60	124,97	0%
15/03/2025	10:15:00	40,30	39,21	3%	124,67	125,06	0%
15/03/2025	10:20:00	40,30	40,00	1%	124,57	124,86	0%
15/03/2025	10:25:00	40,10	39,41	2%	124,40	124,85	0%
15/03/2025	10:30:00	40,30	39,60	2%	124,47	124,97	0%
15/03/2025	10:35:00	41,60	40,94	2%	124,57	124,58	0%
15/03/2025	10:40:00	40,20	39,72	1%	124,60	124,83	0%
15/03/2025	10:45:00	40,30	39,76	1%	124,27	124,68	0%
15/03/2025	10:50:00	40,30	39,67	2%	124,43	124,32	0%
15/03/2025	10:55:00	40,40	39,83	1%	124,37	124,45	0%
15/03/2025	11:00:00	40,20	39,79	1%	124,20	124,14	0%
15/03/2025	11:05:00	39,50	39,05	1%	124,13	124,37	0%
15/03/2025	11:10:00	39,70	39,04	2%	124,20	124,17	0%
15/03/2025	11:15:00	39,90	39,36	1%	124,03	124,34	0%
15/03/2025	11:20:00	39,90	39,20	2%	124,10	124,19	0%
15/03/2025	11:25:00	37,40	37,41	0%	124,00	124,77	1%
15/03/2025	11:30:00	37,20	36,47	2%	124,23	124,42	0%
15/03/2025	11:35:00	36,10	35,96	0%	124,27	125,12	1%
15/03/2025	11:40:00	35,60	35,04	2%	124,23	124,80	0%
15/03/2025	11:45:00	35,90	35,26	2%	124,17	124,33	0%
15/03/2025	11:50:00	36,40	35,88	1%	124,10	124,75	1%
15/03/2025	11:55:00	36,30	35,76	1%	124,20	124,73	0%
15/03/2025	12:00:00	35,40	35,00	1%	124,43	125,23	1%
15/03/2025	12:05:00	35,20	34,69	1%	124,53	124,45	0%
15/03/2025	12:10:00	34,80	34,33	1%	124,60	124,77	0%
15/03/2025	12:15:00	32,80	32,76	0%	124,70	125,12	0%
15/03/2025	12:20:00	30,30	29,98	1%	124,73	124,97	0%
15/03/2025	12:25:00	30,00	29,62	1%	124,73	125,26	0%
15/03/2025	12:30:00	28,20	28,17	0%	124,73	124,96	0%
15/03/2025	12:35:00	25,00	25,12	0%	124,87	125,11	0%
15/03/2025	12:40:00	23,70	23,19	2%	124,77	125,41	1%
15/03/2025	12:45:00	24,10	23,46	3%	124,80	125,36	0%
15/03/2025	12:50:00	24,00	23,57	2%	124,83	125,42	0%
15/03/2025	12:55:00	23,90	23,20	3%	124,93	125,50	0%
15/03/2025	13:00:00	23,80	23,38	2%	124,97	125,49	0%
15/03/2025	13:05:00	23,10	22,71	2%	124,97	125,64	1%
15/03/2025	13:10:00	23,60	22,92	3%	124,90	125,57	1%
15/03/2025	13:15:00	24,00	23,28	3%	124,97	125,53	0%
15/03/2025	13:20:00	23,90	23,57	1%	125,00	125,58	0%

15/03/2025	13:25:00	23,70	23,12	2%	124,97	125,60	1%
15/03/2025	13:30:00	24,60	23,69	4%	124,97	125,51	0%
15/03/2025	13:35:00	27,40	26,56	3%	125,23	125,53	0%
15/03/2025	13:40:00	27,80	27,27	2%	125,17	125,65	0%
15/03/2025	13:45:00	27,10	26,72	1%	125,17	125,99	1%
15/03/2025	13:50:00	26,30	25,71	2%	125,03	126,04	1%
15/03/2025	13:55:00	26,20	25,59	2%	125,17	125,88	1%
15/03/2025	14:00:00	26,20	25,51	3%	125,17	126,05	1%
15/03/2025	14:05:00	28,00	26,99	4%	125,23	126,19	1%
15/03/2025	14:10:00	28,30	27,80	2%	125,27	126,25	1%
15/03/2025	14:15:00	28,20	27,52	2%	125,40	126,25	1%
15/03/2025	14:20:00	28,50	27,99	2%	125,30	126,15	1%
15/03/2025	14:25:00	28,20	27,77	2%	125,27	126,17	1%
15/03/2025	14:30:00	27,60	27,13	2%	125,20	126,09	1%
15/03/2025	14:35:00	28,10	27,27	3%	125,17	126,16	1%
15/03/2025	14:40:00	29,20	28,59	2%	125,13	126,14	1%
15/03/2025	14:45:00	25,60	26,09	2%	125,17	126,19	1%
15/03/2025	14:50:00	23,30	22,76	2%	125,43	126,21	1%
15/03/2025	14:55:00	24,00	23,54	2%	125,43	126,26	1%
15/03/2025	15:00:00	24,30	23,46	3%	125,50	126,25	1%
15/03/2025	15:05:00	23,80	23,59	1%	125,53	126,32	1%
15/03/2025	15:10:00	23,90	23,30	3%	125,57	126,41	1%
15/03/2025	15:15:00	23,30	22,77	2%	125,57	126,42	1%
15/03/2025	15:20:00	23,30	22,76	2%	125,80	126,48	1%
15/03/2025	15:25:00	23,60	23,03	2%	125,67	126,63	1%
15/03/2025	15:30:00	22,50	22,11	2%	125,73	126,52	1%
15/03/2025	15:35:00	22,40	21,71	3%	125,63	126,56	1%
15/03/2025	15:40:00	22,60	22,07	2%	125,63	126,46	1%
15/03/2025	15:45:00	22,40	21,95	2%	125,70	126,51	1%
15/03/2025	15:50:00	22,60	21,99	3%	125,83	126,63	1%
15/03/2025	15:55:00	23,00	22,47	2%	125,80	126,73	1%
15/03/2025	16:00:00	22,60	22,06	2%	125,90	126,75	1%
15/03/2025	16:05:00	22,50	21,95	2%	126,00	126,90	1%
15/03/2025	16:10:00	22,30	21,72	3%	125,97	126,85	1%
15/03/2025	16:15:00	21,80	21,13	3%	126,37	127,05	1%
15/03/2025	16:20:00	23,10	22,56	2%	126,07	126,82	1%
15/03/2025	16:25:00	23,30	22,90	2%	126,00	126,89	1%
15/03/2025	16:30:00	22,50	21,84	3%	125,87	126,73	1%
15/03/2025	16:35:00	22,30	21,76	2%	126,03	126,82	1%
15/03/2025	16:40:00	22,10	21,76	2%	126,17	126,98	1%
15/03/2025	16:45:00	21,50	20,77	3%	126,20	127,04	1%
15/03/2025	16:50:00	21,00	20,78	1%	126,20	127,08	1%
15/03/2025	16:55:00	21,00	20,43	3%	126,23	126,94	1%
15/03/2025	17:00:00	20,90	20,42	2%	126,33	127,21	1%
15/03/2025	17:05:00	20,90	20,33	3%	126,30	127,21	1%

15/03/2025	17:10:00	21,30	20,73	3%	126,20	127,07	1%
15/03/2025	17:15:00	21,10	20,52	3%	126,13	127,10	1%
15/03/2025	17:20:00	21,10	20,59	2%	126,13	127,17	1%
15/03/2025	17:25:00	20,80	20,25	3%	126,20	127,19	1%
15/03/2025	17:30:00	20,70	20,12	3%	126,27	127,19	1%
15/03/2025	17:35:00	20,80	20,31	2%	126,37	127,18	1%
15/03/2025	17:40:00	20,40	19,85	3%	126,40	127,19	1%
15/03/2025	17:45:00	20,40	19,81	3%	126,33	127,26	1%
15/03/2025	17:50:00	20,60	20,00	3%	126,40	127,27	1%
15/03/2025	17:55:00	20,50	19,92	3%	126,33	127,32	1%
15/03/2025	18:00:00	20,00	19,78	1%	126,50	127,32	1%
15/03/2025	18:05:00	18,10	17,64	3%	126,47	127,32	1%
15/03/2025	18:10:00	18,50	17,85	4%	126,43	127,28	1%
15/03/2025	18:15:00	18,50	18,00	3%	126,27	127,08	1%
15/03/2025	18:20:00	18,00	17,43	3%	126,17	126,96	1%
15/03/2025	18:25:00	18,20	17,63	3%	125,93	126,76	1%
15/03/2025	18:30:00	18,20	17,62	3%	125,77	126,55	1%
15/03/2025	18:35:00	16,60	16,39	1%	125,63	126,22	0%
15/03/2025	18:40:00	16,20	15,58	4%	125,33	125,97	1%
15/03/2025	18:45:00	16,00	15,48	3%	125,47	126,02	0%
15/03/2025	18:50:00	16,20	15,62	4%	125,53	126,19	1%
15/03/2025	18:55:00	15,90	15,32	4%	125,53	126,25	1%
15/03/2025	19:00:00	15,90	15,30	4%	125,67	126,39	1%
15/03/2025	19:05:00	15,90	15,26	4%	125,73	126,40	1%
15/03/2025	19:10:00	16,10	15,45	4%	125,77	126,43	1%
15/03/2025	19:15:00	15,80	15,43	2%	125,93	126,55	0%
15/03/2025	19:20:00	15,90	15,27	4%	125,93	126,51	0%
15/03/2025	19:25:00	15,80	15,24	4%	126,00	126,65	1%
15/03/2025	19:30:00	15,80	15,28	3%	126,07	126,72	1%
15/03/2025	19:35:00	16,00	15,52	3%	126,23	126,82	0%
15/03/2025	19:40:00	15,70	15,23	3%	126,17	126,93	1%
15/03/2025	19:45:00	15,60	15,13	3%	126,23	126,98	1%
15/03/2025	19:50:00	15,60	15,15	3%	126,30	126,97	1%
15/03/2025	19:55:00	15,70	15,13	4%	126,33	127,14	1%
15/03/2025	20:00:00	15,70	15,08	4%	126,43	127,12	1%
15/03/2025	20:05:00	16,00	15,43	4%	126,53	127,27	1%
15/03/2025	20:10:00	15,60	15,13	3%	126,63	127,41	1%
15/03/2025	20:15:00	15,50	15,00	3%	126,80	127,59	1%
15/03/2025	20:20:00	15,40	14,90	3%	126,87	127,56	1%
15/03/2025	20:25:00	15,30	14,77	3%	126,93	127,72	1%
15/03/2025	20:30:00	15,60	15,07	3%	127,00	127,65	1%
15/03/2025	20:35:00	15,30	14,78	3%	127,07	127,83	1%
15/03/2025	20:40:00	15,30	14,79	3%	127,20	127,79	0%
15/03/2025	20:45:00	15,20	14,75	3%	127,27	128,02	1%
15/03/2025	20:50:00	15,30	14,75	4%	127,33	127,96	0%

15/03/2025	20:55:00	15,50	15,00	3%	127,37	128,09	1%
15/03/2025	21:00:00	15,20	14,73	3%	127,27	128,05	1%
15/03/2025	21:05:00	15,20	14,75	3%	127,23	127,99	1%
15/03/2025	21:10:00	15,20	14,76	3%	127,23	128,09	1%
15/03/2025	21:15:00	15,10	14,71	3%	127,33	128,20	1%
15/03/2025	21:20:00	15,50	15,00	3%	127,47	128,31	1%
15/03/2025	21:25:00	15,30	14,81	3%	127,50	128,41	1%
15/03/2025	21:30:00	15,50	15,01	3%	127,60	128,51	1%
15/03/2025	21:35:00	15,40	14,98	3%	127,70	128,52	1%
15/03/2025	21:40:00	15,30	14,91	3%	127,70	128,60	1%
15/03/2025	21:45:00	15,40	14,88	3%	127,90	128,74	1%
15/03/2025	21:50:00	15,50	15,12	2%	127,80	128,70	1%
15/03/2025	21:55:00	15,20	14,85	2%	127,90	128,58	1%
15/03/2025	22:00:00	15,20	14,79	3%	128,10	128,92	1%
15/03/2025	22:05:00	15,20	14,82	3%	128,17	128,97	1%
15/03/2025	22:10:00	15,20	14,79	3%	128,23	129,05	1%
15/03/2025	22:15:00	15,50	15,09	3%	128,27	129,11	1%
15/03/2025	22:20:00	15,20	14,79	3%	128,27	129,07	1%
15/03/2025	22:25:00	15,10	14,74	2%	128,50	129,23	1%
15/03/2025	22:30:00	15,20	14,80	3%	128,57	129,41	1%
15/03/2025	22:35:00	15,40	14,79	4%	128,50	129,39	1%
15/03/2025	22:40:00	15,10	14,99	1%	128,50	129,42	1%
15/03/2025	22:45:00	15,10	14,82	2%	128,37	129,21	1%
15/03/2025	22:50:00	15,40	14,91	3%	128,30	129,13	1%
15/03/2025	22:55:00	15,30	14,98	2%	128,33	129,18	1%
15/03/2025	23:00:00	15,50	15,15	2%	128,43	129,38	1%
15/03/2025	23:05:00	15,30	14,93	2%	128,57	129,40	1%
15/03/2025	23:10:00	15,20	14,81	3%	128,53	129,43	1%
15/03/2025	23:15:00	15,20	14,77	3%	128,60	129,43	1%
15/03/2025	23:20:00	15,20	14,78	3%	128,60	129,55	1%
15/03/2025	23:25:00	15,40	15,07	2%	128,67	129,59	1%
15/03/2025	23:30:00	15,30	14,80	3%	128,73	129,60	1%
15/03/2025	23:35:00	15,30	14,91	3%	128,87	129,79	1%
15/03/2025	23:40:00	15,30	14,87	3%	128,87	129,75	1%
15/03/2025	23:45:00	15,20	14,88	2%	128,87	129,82	1%
15/03/2025	23:50:00	15,30	14,86	3%	129,00	129,92	1%
15/03/2025	23:55:00	15,50	15,14	2%	129,07	129,94	1%

Los datos del día 15 de marzo muestran resultados con un aumento más pausado entre las 9:00 AM Y 11:00 AM sugiriendo a las jornadas laborales de un día menos laboral, por lo que la varianza de corriente no es tan pronunciada. El valor de voltaje es estable durante este horario.

Tabla 37

Tabla de variables 16/Marzo/2025

Fecha	Hora	Corriente		% Error Relativo	Voltaje		% Error Relativo
		HIOKI	Dispositivo		HIOKI	Dispositivo	
16/03/2025	0:00:00	15,20	14,86	2%	129,00	129,93	1%
16/03/2025	0:05:00	15,30	14,99	2%	129,03	130,00	1%
16/03/2025	0:10:00	15,30	14,91	3%	129,07	129,69	0%
16/03/2025	0:15:00	15,40	15,06	2%	128,63	129,00	0%
16/03/2025	0:20:00	15,80	15,29	3%	127,53	127,86	0%
16/03/2025	0:25:00	15,60	15,31	2%	127,57	128,17	0%
16/03/2025	0:30:00	15,70	15,36	2%	127,63	128,18	0%
16/03/2025	0:35:00	15,70	15,38	2%	127,73	128,45	1%
16/03/2025	0:40:00	15,60	15,24	2%	127,63	128,29	1%
16/03/2025	0:45:00	15,70	15,24	3%	127,73	128,26	0%
16/03/2025	0:50:00	15,40	15,34	0%	127,77	128,24	0%
16/03/2025	0:55:00	15,30	14,99	2%	127,67	128,34	1%
16/03/2025	1:00:00	15,30	14,99	2%	127,87	128,37	0%
16/03/2025	1:05:00	15,40	15,07	2%	127,90	128,40	0%
16/03/2025	1:10:00	15,80	15,21	4%	127,70	128,20	0%
16/03/2025	1:15:00	15,50	15,36	1%	127,83	128,41	0%
16/03/2025	1:20:00	15,40	15,08	2%	127,77	128,33	0%
16/03/2025	1:25:00	15,40	15,08	2%	127,87	128,39	0%
16/03/2025	1:30:00	15,50	15,06	3%	127,87	128,52	1%
16/03/2025	1:35:00	15,40	15,06	2%	127,97	128,47	0%
16/03/2025	1:40:00	15,70	15,36	2%	128,17	128,48	0%
16/03/2025	1:45:00	15,30	14,97	2%	128,20	128,73	0%
16/03/2025	1:50:00	15,30	15,02	2%	128,20	128,48	0%
16/03/2025	1:55:00	15,30	14,99	2%	127,90	128,45	0%
16/03/2025	2:00:00	15,30	15,01	2%	127,90	128,56	1%
16/03/2025	2:05:00	15,90	15,37	3%	127,97	128,51	0%
16/03/2025	2:10:00	15,50	15,23	2%	128,10	128,79	1%
16/03/2025	2:15:00	15,50	15,13	2%	128,00	128,61	0%
16/03/2025	2:20:00	15,30	15,05	2%	128,00	128,57	0%
16/03/2025	2:25:00	15,30	14,99	2%	128,00	128,61	0%
16/03/2025	2:30:00	15,30	14,99	2%	128,13	128,56	0%
16/03/2025	2:35:00	15,30	14,97	2%	128,20	128,54	0%
16/03/2025	2:40:00	15,60	15,08	3%	128,33	128,74	0%
16/03/2025	2:45:00	15,40	15,26	1%	128,27	128,76	0%
16/03/2025	2:50:00	15,40	15,12	2%	128,10	128,69	0%
16/03/2025	2:55:00	15,40	15,09	2%	128,07	128,73	1%
16/03/2025	3:00:00	15,40	15,08	2%	128,10	128,72	0%
16/03/2025	3:05:00	15,40	15,11	2%	128,33	128,77	0%

16/03/2025	3:10:00	15,80	15,36	3%	128,40	128,76	0%
16/03/2025	3:15:00	15,30	15,02	2%	128,23	128,62	0%
16/03/2025	3:20:00	15,30	15,00	2%	128,13	128,74	0%
16/03/2025	3:25:00	15,40	15,10	2%	128,13	128,71	0%
16/03/2025	3:30:00	15,60	15,18	3%	128,07	128,68	0%
16/03/2025	3:35:00	15,40	15,09	2%	128,37	128,88	0%
16/03/2025	3:40:00	15,20	14,91	2%	128,30	128,83	0%
16/03/2025	3:45:00	15,50	15,13	2%	128,20	128,77	0%
16/03/2025	3:50:00	15,20	14,88	2%	128,30	128,75	0%
16/03/2025	3:55:00	15,20	14,86	2%	128,20	128,83	0%
16/03/2025	4:00:00	15,10	14,82	2%	128,17	128,79	0%
16/03/2025	4:05:00	15,10	14,82	2%	128,20	128,83	0%
16/03/2025	4:10:00	15,50	15,22	2%	128,23	128,93	1%
16/03/2025	4:15:00	15,20	14,90	2%	128,20	128,82	0%
16/03/2025	4:20:00	15,10	14,79	2%	128,23	128,79	0%
16/03/2025	4:25:00	15,10	14,76	2%	128,17	128,79	0%
16/03/2025	4:30:00	15,10	14,80	2%	128,07	128,77	1%
16/03/2025	4:35:00	15,30	14,78	3%	128,17	128,75	0%
16/03/2025	4:40:00	15,20	15,09	1%	128,40	128,95	0%
16/03/2025	4:45:00	15,10	14,82	2%	128,20	128,79	0%
16/03/2025	4:50:00	15,30	14,96	2%	128,10	128,84	1%
16/03/2025	4:55:00	15,30	14,94	2%	128,27	128,94	1%
16/03/2025	5:00:00	15,20	14,88	2%	128,20	128,84	0%
16/03/2025	5:05:00	15,30	15,10	1%	128,17	128,71	0%
16/03/2025	5:10:00	15,10	14,80	2%	128,00	128,60	0%
16/03/2025	5:15:00	15,20	14,84	2%	128,03	128,53	0%
16/03/2025	5:20:00	15,20	14,84	2%	128,10	128,63	0%
16/03/2025	5:25:00	15,40	14,82	4%	127,93	128,48	0%
16/03/2025	5:30:00	15,30	15,13	1%	127,97	128,52	0%
16/03/2025	5:35:00	15,20	14,81	3%	127,90	128,53	0%
16/03/2025	5:40:00	15,20	14,82	3%	127,90	128,53	0%
16/03/2025	5:45:00	15,20	14,83	2%	128,20	128,62	0%
16/03/2025	5:50:00	15,20	14,81	3%	128,03	128,55	0%
16/03/2025	5:55:00	15,50	15,09	3%	127,97	128,52	0%
16/03/2025	6:00:00	15,20	14,83	2%	127,87	128,34	0%
16/03/2025	6:05:00	15,40	14,98	3%	127,67	128,31	1%
16/03/2025	6:10:00	15,50	15,06	3%	127,20	127,73	0%
16/03/2025	6:15:00	15,40	15,04	2%	127,13	127,79	1%
16/03/2025	6:20:00	15,40	15,11	2%	127,43	127,76	0%
16/03/2025	6:25:00	15,00	14,66	2%	127,73	128,03	0%
16/03/2025	6:30:00	15,00	14,68	2%	128,03	128,14	0%
16/03/2025	6:35:00	15,00	14,66	2%	127,43	127,74	0%
16/03/2025	6:40:00	15,00	14,63	3%	128,23	128,15	0%
16/03/2025	6:45:00	15,00	14,61	3%	128,07	128,14	0%
16/03/2025	6:50:00	15,30	14,90	3%	127,57	127,93	0%

16/03/2025	6:55:00	15,10	14,68	3%	127,53	127,84	0%
16/03/2025	7:00:00	15,00	14,64	2%	127,73	127,38	0%
16/03/2025	7:05:00	15,00	14,63	2%	127,53	127,91	0%
16/03/2025	7:10:00	15,00	14,66	2%	127,40	127,64	0%
16/03/2025	7:15:00	15,30	14,91	3%	127,00	127,46	0%
16/03/2025	7:20:00	15,10	14,75	2%	126,80	127,25	0%
16/03/2025	7:25:00	15,10	14,80	2%	126,53	126,91	0%
16/03/2025	7:30:00	15,20	14,90	2%	126,43	126,84	0%
16/03/2025	7:35:00	15,40	14,98	3%	126,17	126,36	0%
16/03/2025	7:40:00	15,90	15,44	3%	126,37	126,07	0%
16/03/2025	7:45:00	15,60	15,43	1%	125,90	125,93	0%
16/03/2025	7:50:00	15,90	15,34	3%	125,97	126,22	0%
16/03/2025	7:55:00	16,50	16,16	2%	125,53	125,73	0%
16/03/2025	8:00:00	16,30	15,84	3%	125,67	125,75	0%
16/03/2025	8:05:00	16,60	16,38	1%	125,47	125,64	0%
16/03/2025	8:10:00	15,60	15,36	2%	126,13	125,72	0%
16/03/2025	8:15:00	19,00	17,66	7%	125,20	125,38	0%
16/03/2025	8:20:00	16,30	16,83	3%	125,27	125,35	0%
16/03/2025	8:25:00	16,30	15,44	5%	125,10	125,31	0%
16/03/2025	8:30:00	19,30	18,80	3%	125,77	125,56	0%
16/03/2025	8:35:00	19,10	19,13	0%	125,20	125,58	0%
16/03/2025	8:40:00	19,90	18,53	7%	125,00	125,42	0%
16/03/2025	8:45:00	21,50	21,36	1%	125,07	125,15	0%
16/03/2025	8:50:00	22,50	21,90	3%	125,07	125,13	0%
16/03/2025	8:55:00	22,40	22,89	2%	125,00	124,74	0%
16/03/2025	9:00:00	19,70	18,70	5%	125,03	125,26	0%
16/03/2025	9:05:00	24,30	22,82	6%	125,10	125,18	0%
16/03/2025	9:10:00	23,70	23,68	0%	125,23	125,40	0%
16/03/2025	9:15:00	19,00	19,44	2%	125,47	125,59	0%
16/03/2025	9:20:00	22,30	20,50	8%	125,67	125,63	0%
16/03/2025	9:25:00	24,60	25,49	4%	125,93	125,75	0%
16/03/2025	9:30:00	24,10	23,33	3%	125,40	125,76	0%
16/03/2025	9:35:00	20,90	20,35	3%	126,60	125,90	1%
16/03/2025	9:40:00	23,20	23,01	1%	127,30	127,48	0%
16/03/2025	9:45:00	25,60	23,09	10%	127,43	127,63	0%
16/03/2025	9:50:00	23,10	24,38	6%	127,03	127,69	1%
16/03/2025	9:55:00	28,20	26,71	5%	127,03	127,95	1%
16/03/2025	10:00:00	25,90	26,01	0%	126,93	127,87	1%
16/03/2025	10:05:00	27,70	26,52	4%	127,03	127,88	1%
16/03/2025	10:10:00	24,60	25,01	2%	126,83	127,79	1%
16/03/2025	10:15:00	30,00	28,57	5%	126,80	127,73	1%
16/03/2025	10:20:00	28,60	28,11	2%	126,67	127,58	1%
16/03/2025	10:25:00	27,50	27,31	1%	126,63	127,72	1%
16/03/2025	10:30:00	30,10	28,78	4%	126,53	127,31	1%
16/03/2025	10:35:00	27,50	27,70	1%	126,73	127,42	1%

16/03/2025	10:40:00	31,90	30,42	5%	126,67	127,68	1%
16/03/2025	10:45:00	31,10	31,79	2%	126,57	127,70	1%
16/03/2025	10:50:00	28,80	27,57	4%	126,33	127,58	1%
16/03/2025	10:55:00	31,30	31,11	1%	126,13	127,22	1%
16/03/2025	11:00:00	31,70	29,29	8%	126,33	127,23	1%
16/03/2025	11:05:00	35,70	35,57	0%	126,10	127,35	1%
16/03/2025	11:10:00	37,10	36,18	2%	126,10	127,25	1%
16/03/2025	11:15:00	31,70	32,65	3%	126,00	127,08	1%
16/03/2025	11:20:00	33,00	33,47	1%	125,90	126,96	1%
16/03/2025	11:25:00	25,90	25,69	1%	125,90	126,74	1%
16/03/2025	11:30:00	28,20	27,80	1%	125,83	126,52	1%
16/03/2025	11:35:00	26,00	25,58	2%	125,83	126,80	1%
16/03/2025	11:40:00	23,50	24,15	3%	125,87	126,55	1%
16/03/2025	11:45:00	22,60	22,53	0%	125,90	126,48	0%
16/03/2025	11:50:00	23,30	22,81	2%	125,87	126,56	1%
16/03/2025	11:55:00	21,00	19,85	5%	125,83	126,53	1%
16/03/2025	12:00:00	25,80	25,43	1%	125,90	126,89	1%
16/03/2025	12:05:00	21,30	22,13	4%	126,03	126,82	1%
16/03/2025	12:10:00	17,70	17,36	2%	126,13	126,88	1%
16/03/2025	12:15:00	20,30	18,92	7%	126,17	126,88	1%
16/03/2025	12:20:00	26,20	25,70	2%	126,10	127,13	1%
16/03/2025	12:25:00	21,30	22,59	6%	126,30	127,06	1%
16/03/2025	12:30:00	18,10	17,31	4%	126,33	126,92	0%
16/03/2025	12:35:00	19,10	17,97	6%	126,40	127,12	1%
16/03/2025	12:40:00	18,60	18,91	2%	126,37	127,06	1%
16/03/2025	12:45:00	18,20	17,97	1%	126,43	127,06	0%
16/03/2025	12:50:00	18,70	18,06	3%	126,43	127,20	1%
16/03/2025	12:55:00	17,50	17,64	1%	126,43	127,12	1%
16/03/2025	13:00:00	17,60	17,15	3%	126,43	127,19	1%
16/03/2025	13:05:00	20,60	19,42	6%	126,43	127,30	1%
16/03/2025	13:10:00	25,50	24,17	5%	126,57	127,53	1%
16/03/2025	13:15:00	24,10	24,35	1%	126,43	127,52	1%
16/03/2025	13:20:00	24,10	23,84	1%	126,50	127,44	1%
16/03/2025	13:25:00	24,60	24,05	2%	126,50	127,46	1%
16/03/2025	13:30:00	22,70	22,92	1%	126,53	127,39	1%
16/03/2025	13:35:00	23,10	21,12	9%	126,57	127,41	1%
16/03/2025	13:40:00	27,60	27,20	1%	126,63	127,27	0%
16/03/2025	13:45:00	23,50	23,92	2%	126,70	127,59	1%
16/03/2025	13:50:00	28,50	26,96	5%	126,80	127,49	1%
16/03/2025	13:55:00	27,90	28,23	1%	126,93	127,83	1%
16/03/2025	14:00:00	28,00	27,21	3%	126,87	127,87	1%
16/03/2025	14:05:00	24,30	24,89	2%	126,87	127,89	1%
16/03/2025	14:10:00	22,80	22,36	2%	126,87	127,81	1%
16/03/2025	14:15:00	25,80	24,19	6%	126,97	127,90	1%
16/03/2025	14:20:00	28,50	29,08	2%	126,97	127,97	1%

16/03/2025	14:25:00	21,70	21,79	0%	127,00	127,73	1%
16/03/2025	14:30:00	19,00	18,45	3%	127,07	127,75	1%
16/03/2025	14:35:00	19,10	19,62	3%	127,13	127,80	1%
16/03/2025	14:40:00	19,00	17,21	9%	127,20	127,78	0%
16/03/2025	14:45:00	23,50	22,89	3%	127,07	127,99	1%
16/03/2025	14:50:00	23,00	23,13	1%	127,10	127,88	1%
16/03/2025	14:55:00	21,20	20,60	3%	127,00	127,94	1%
16/03/2025	15:00:00	21,60	21,22	2%	127,17	127,93	1%
16/03/2025	15:05:00	23,90	23,50	2%	127,23	127,87	0%
16/03/2025	15:10:00	22,90	22,76	1%	127,20	127,88	1%
16/03/2025	15:15:00	24,10	23,16	4%	127,27	128,11	1%
16/03/2025	15:20:00	25,20	24,51	3%	127,13	128,32	1%
16/03/2025	15:25:00	26,90	25,94	4%	127,17	128,34	1%
16/03/2025	15:30:00	25,10	25,55	2%	127,23	128,21	1%
16/03/2025	15:35:00	26,40	25,36	4%	127,23	128,18	1%
16/03/2025	15:40:00	20,80	21,70	4%	127,43	128,39	1%
16/03/2025	15:45:00	19,60	19,59	0%	127,47	128,14	1%
16/03/2025	15:50:00	18,60	18,61	0%	127,33	128,11	1%
16/03/2025	15:55:00	18,40	18,16	1%	127,10	127,94	1%
16/03/2025	16:00:00	18,00	17,07	5%	127,30	127,85	0%
16/03/2025	16:05:00	17,10	17,38	2%	127,30	127,93	0%
16/03/2025	16:10:00	16,00	15,63	2%	127,23	127,92	1%
16/03/2025	16:15:00	16,20	15,90	2%	127,23	127,97	1%
16/03/2025	16:20:00	16,10	15,68	3%	127,33	128,11	1%
16/03/2025	16:25:00	16,00	15,61	2%	127,33	128,09	1%
16/03/2025	16:30:00	16,10	15,64	3%	127,33	128,10	1%
16/03/2025	16:35:00	15,60	15,37	1%	127,33	128,15	1%
16/03/2025	16:40:00	15,60	15,06	3%	127,47	128,33	1%
16/03/2025	16:45:00	15,60	15,38	1%	127,47	128,23	1%
16/03/2025	16:50:00	15,50	15,14	2%	127,20	128,06	1%
16/03/2025	16:55:00	15,60	15,20	3%	127,17	128,00	1%
16/03/2025	17:00:00	15,20	14,91	2%	127,20	128,06	1%
16/03/2025	17:05:00	15,00	14,70	2%	127,33	128,20	1%
16/03/2025	17:10:00	15,10	14,77	2%	127,20	128,10	1%
16/03/2025	17:15:00	15,20	14,64	4%	127,23	128,10	1%
16/03/2025	17:20:00	15,10	14,96	1%	127,23	128,09	1%
16/03/2025	17:25:00	15,00	14,64	2%	127,33	128,12	1%
16/03/2025	17:30:00	14,90	14,58	2%	127,43	128,27	1%
16/03/2025	17:35:00	15,00	14,65	2%	127,40	128,31	1%
16/03/2025	17:40:00	15,00	14,67	2%	127,43	128,40	1%
16/03/2025	17:45:00	15,30	15,00	2%	127,37	128,34	1%
16/03/2025	17:50:00	15,00	14,59	3%	127,33	128,37	1%
16/03/2025	17:55:00	15,00	14,63	2%	127,40	128,31	1%
16/03/2025	18:00:00	15,10	14,72	3%	127,33	128,27	1%
16/03/2025	18:05:00	15,20	14,77	3%	127,37	128,23	1%

16/03/2025	18:10:00	15,30	14,86	3%	127,33	128,25	1%
16/03/2025	18:15:00	15,50	15,19	2%	127,13	128,12	1%
16/03/2025	18:20:00	15,10	14,73	2%	127,07	127,97	1%
16/03/2025	18:25:00	15,10	14,70	3%	127,23	128,14	1%
16/03/2025	18:30:00	15,20	14,83	2%	126,83	127,68	1%
16/03/2025	18:35:00	15,30	14,93	2%	126,80	127,62	1%
16/03/2025	18:40:00	15,60	15,02	4%	126,60	127,30	1%
16/03/2025	18:45:00	15,40	15,24	1%	126,80	127,45	1%
16/03/2025	18:50:00	15,30	14,95	2%	126,90	127,57	1%
16/03/2025	18:55:00	15,30	14,99	2%	126,70	127,59	1%
16/03/2025	19:00:00	15,40	14,98	3%	126,63	127,54	1%
16/03/2025	19:05:00	15,30	14,96	2%	126,77	127,63	1%
16/03/2025	19:10:00	15,70	15,28	3%	126,73	127,55	1%
16/03/2025	19:15:00	15,30	14,98	2%	126,73	127,58	1%
16/03/2025	19:20:00	15,30	14,95	2%	126,77	127,62	1%
16/03/2025	19:25:00	15,30	14,97	2%	126,87	127,73	1%
16/03/2025	19:30:00	15,40	15,01	3%	126,83	127,76	1%
16/03/2025	19:35:00	15,60	15,16	3%	126,83	127,76	1%
16/03/2025	19:40:00	15,80	15,41	2%	126,90	127,82	1%
16/03/2025	19:45:00	15,50	15,04	3%	126,90	127,81	1%
16/03/2025	19:50:00	15,40	14,93	3%	126,97	127,80	1%
16/03/2025	19:55:00	15,40	14,97	3%	127,07	127,93	1%
16/03/2025	20:00:00	15,30	14,93	2%	127,07	127,90	1%
16/03/2025	20:05:00	15,60	15,17	3%	127,20	128,04	1%
16/03/2025	20:10:00	15,30	14,89	3%	127,13	128,06	1%
16/03/2025	20:15:00	15,30	14,92	2%	127,27	128,00	1%
16/03/2025	20:20:00	15,30	14,94	2%	127,30	128,05	1%
16/03/2025	20:25:00	15,20	14,87	2%	127,40	128,14	1%
16/03/2025	20:30:00	15,60	14,98	4%	127,47	128,20	1%
16/03/2025	20:35:00	15,20	15,10	1%	127,50	128,39	1%
16/03/2025	20:40:00	15,20	14,89	2%	127,43	128,33	1%
16/03/2025	20:45:00	15,20	14,92	2%	127,40	128,29	1%
16/03/2025	20:50:00	15,30	14,88	3%	127,60	128,42	1%
16/03/2025	20:55:00	15,50	15,09	3%	127,87	128,66	1%
16/03/2025	21:00:00	15,70	15,35	2%	127,73	128,65	1%
16/03/2025	21:05:00	15,40	14,97	3%	127,87	128,74	1%
16/03/2025	21:10:00	15,30	14,92	2%	128,00	128,82	1%
16/03/2025	21:15:00	15,30	14,82	3%	128,07	128,93	1%
16/03/2025	21:20:00	15,20	14,83	2%	128,17	129,09	1%
16/03/2025	21:25:00	15,20	14,78	3%	128,27	129,14	1%
16/03/2025	21:30:00	15,50	15,07	3%	128,37	129,25	1%
16/03/2025	21:35:00	15,20	14,79	3%	128,40	129,31	1%
16/03/2025	21:40:00	15,20	14,79	3%	128,37	129,20	1%
16/03/2025	21:45:00	15,20	14,81	3%	128,20	129,17	1%
16/03/2025	21:50:00	15,10	14,78	2%	128,53	129,40	1%

16/03/2025	21:55:00	15,40	14,77	4%	128,63	129,58	1%
16/03/2025	22:00:00	15,30	15,07	1%	128,60	129,58	1%
16/03/2025	22:05:00	15,30	14,83	3%	128,73	129,72	1%
16/03/2025	22:10:00	15,10	14,74	2%	128,73	129,63	1%
16/03/2025	22:15:00	15,20	14,80	3%	128,57	129,52	1%
16/03/2025	22:20:00	15,10	14,76	2%	128,63	129,68	1%
16/03/2025	22:25:00	15,30	14,82	3%	128,83	129,83	1%
16/03/2025	22:30:00	15,50	15,27	1%	128,90	129,96	1%
16/03/2025	22:35:00	15,20	14,91	2%	128,97	129,89	1%
16/03/2025	22:40:00	15,10	14,84	2%	129,03	130,10	1%
16/03/2025	22:45:00	15,00	14,75	2%	129,07	130,28	1%
16/03/2025	22:50:00	15,10	14,76	2%	128,93	130,00	1%
16/03/2025	22:55:00	15,40	15,05	2%	128,93	129,96	1%
16/03/2025	23:00:00	15,10	14,75	2%	129,00	130,01	1%
16/03/2025	23:05:00	15,10	14,73	2%	129,00	130,08	1%
16/03/2025	23:10:00	15,10	14,75	2%	128,83	129,67	1%
16/03/2025	23:15:00	15,20	14,91	2%	127,80	128,39	0%
16/03/2025	23:20:00	15,20	14,90	2%	127,73	128,06	0%
16/03/2025	23:25:00	15,50	15,09	3%	127,80	128,41	0%
16/03/2025	23:30:00	15,20	14,85	2%	127,90	128,40	0%
16/03/2025	23:35:00	15,20	14,88	2%	128,03	128,66	0%
16/03/2025	23:40:00	15,20	14,84	2%	128,33	128,86	0%
16/03/2025	23:45:00	15,10	14,81	2%	128,77	129,16	0%
16/03/2025	23:50:00	15,60	15,04	4%	128,47	129,21	1%
16/03/2025	23:55:00	15,30	15,17	1%	128,13	128,96	1%

De acuerdo con los datos del día 16 de marzo, la corriente se mantiene con leves oscilaciones significativas durante esta jornada en referencia entre 10:00 y 11:00 AM, pero no se muestra una tendencia de aumento o disminución significativa.

Tabla 38

Tabla de variables 17/Marzo/2025

Fecha	Hora	Corriente		% Error Relativo	Voltaje		% Error Relativo
		HIOKI	Dispositivo		HIOKI	Dispositivo	
17/03/2025	0:00:00	15,30	14,96	2%	128,30	129,16	1%
17/03/2025	0:05:00	15,30	15,03	2%	128,63	129,26	0%
17/03/2025	0:10:00	15,20	14,90	2%	128,70	129,24	0%
17/03/2025	0:15:00	15,20	14,84	2%	128,73	129,41	1%
17/03/2025	0:20:00	15,50	15,03	3%	128,67	129,29	0%
17/03/2025	0:25:00	15,20	15,00	1%	128,70	129,34	0%
17/03/2025	0:30:00	15,20	14,81	3%	128,93	129,47	0%

17/03/2025	0:35:00	15,10	14,86	2%	128,63	129,39	1%
17/03/2025	0:40:00	15,20	14,82	3%	129,00	129,58	0%
17/03/2025	0:45:00	15,50	14,94	4%	128,80	129,57	1%
17/03/2025	0:50:00	15,20	14,95	2%	128,97	129,77	1%
17/03/2025	0:55:00	15,20	14,84	2%	128,80	129,51	1%
17/03/2025	1:00:00	15,20	14,81	3%	129,00	129,66	1%
17/03/2025	1:05:00	15,30	14,92	2%	128,87	129,64	1%
17/03/2025	1:10:00	15,60	15,22	2%	129,07	129,60	0%
17/03/2025	1:15:00	15,30	14,91	3%	129,00	129,73	1%
17/03/2025	1:20:00	15,30	14,95	2%	128,63	129,47	1%
17/03/2025	1:25:00	15,50	15,08	3%	128,77	129,48	1%
17/03/2025	1:30:00	15,40	15,08	2%	128,93	129,54	0%
17/03/2025	1:35:00	15,40	15,07	2%	128,70	129,54	1%
17/03/2025	1:40:00	15,40	15,03	2%	128,73	129,39	1%
17/03/2025	1:45:00	15,50	15,12	2%	129,07	129,62	0%
17/03/2025	1:50:00	15,20	14,84	2%	128,90	129,67	1%
17/03/2025	1:55:00	15,20	14,84	2%	128,93	129,63	1%
17/03/2025	2:00:00	15,20	14,79	3%	128,80	129,46	1%
17/03/2025	2:05:00	15,20	14,83	2%	128,80	129,53	1%
17/03/2025	2:10:00	15,20	14,81	3%	128,93	129,64	1%
17/03/2025	2:15:00	15,50	15,13	2%	128,93	129,50	0%
17/03/2025	2:20:00	15,20	14,82	2%	128,80	129,46	1%
17/03/2025	2:25:00	15,20	14,82	2%	128,83	129,47	0%
17/03/2025	2:30:00	15,20	14,83	2%	128,83	129,31	0%
17/03/2025	2:35:00	15,20	14,86	2%	128,67	129,36	1%
17/03/2025	2:40:00	15,20	14,86	2%	128,60	129,26	1%
17/03/2025	2:45:00	15,50	15,12	2%	128,70	129,38	1%
17/03/2025	2:50:00	15,10	14,84	2%	128,77	129,33	0%
17/03/2025	2:55:00	15,20	14,85	2%	128,70	129,18	0%
17/03/2025	3:00:00	15,20	14,81	3%	128,50	129,34	1%
17/03/2025	3:05:00	15,30	14,89	3%	128,43	129,22	1%
17/03/2025	3:10:00	15,30	14,94	2%	128,50	129,26	1%
17/03/2025	3:15:00	15,60	15,12	3%	128,73	129,38	1%
17/03/2025	3:20:00	15,10	14,99	1%	128,60	129,28	1%
17/03/2025	3:25:00	15,10	14,78	2%	128,53	129,09	0%
17/03/2025	3:30:00	15,10	14,79	2%	128,63	129,37	1%
17/03/2025	3:35:00	15,10	14,79	2%	128,63	129,30	1%
17/03/2025	3:40:00	15,10	14,76	2%	128,63	129,40	1%
17/03/2025	3:45:00	15,40	14,87	3%	128,70	129,37	1%
17/03/2025	3:50:00	15,10	15,06	0%	128,83	129,35	0%
17/03/2025	3:55:00	15,10	14,82	2%	128,60	129,19	0%
17/03/2025	4:00:00	15,10	14,81	2%	128,80	129,30	0%
17/03/2025	4:05:00	15,20	14,82	2%	128,87	129,34	0%
17/03/2025	4:10:00	15,60	15,14	3%	127,53	127,93	0%
17/03/2025	4:15:00	15,30	15,10	1%	127,43	127,81	0%

17/03/2025	4:20:00	15,30	14,96	2%	127,63	127,85	0%
17/03/2025	4:25:00	15,20	14,92	2%	127,60	127,84	0%
17/03/2025	4:30:00	15,20	14,89	2%	127,43	127,98	0%
17/03/2025	4:35:00	15,40	15,08	2%	127,63	127,96	0%
17/03/2025	4:40:00	15,70	15,35	2%	127,30	127,81	0%
17/03/2025	4:45:00	15,40	15,05	2%	127,37	127,96	0%
17/03/2025	4:50:00	15,30	15,01	2%	127,93	127,93	0%
17/03/2025	4:55:00	15,20	14,93	2%	127,43	127,58	0%
17/03/2025	5:00:00	15,20	14,90	2%	127,40	127,72	0%
17/03/2025	5:05:00	15,50	15,19	2%	127,30	127,74	0%
17/03/2025	5:10:00	15,50	14,94	4%	128,50	128,27	0%
17/03/2025	5:15:00	19,60	18,32	7%	128,17	128,83	1%
17/03/2025	5:20:00	20,10	19,85	1%	127,87	128,37	0%
17/03/2025	5:25:00	20,20	19,81	2%	127,53	128,10	0%
17/03/2025	5:30:00	20,40	20,07	2%	127,43	128,00	0%
17/03/2025	5:35:00	20,10	19,81	1%	127,57	128,13	0%
17/03/2025	5:40:00	20,30	19,80	2%	127,30	127,96	1%
17/03/2025	5:45:00	20,30	19,87	2%	127,23	127,62	0%
17/03/2025	5:50:00	20,30	19,86	2%	126,93	127,40	0%
17/03/2025	5:55:00	20,30	19,84	2%	126,93	127,51	0%
17/03/2025	6:00:00	20,50	20,15	2%	126,73	127,46	1%
17/03/2025	6:05:00	20,40	20,01	2%	126,67	127,29	0%
17/03/2025	6:10:00	21,00	20,37	3%	126,30	126,92	0%
17/03/2025	6:15:00	21,80	21,41	2%	126,23	126,77	0%
17/03/2025	6:20:00	21,20	20,92	1%	126,40	126,82	0%
17/03/2025	6:25:00	23,10	22,10	4%	126,33	126,92	0%
17/03/2025	6:30:00	23,50	23,15	2%	126,67	126,99	0%
17/03/2025	6:35:00	23,20	22,94	1%	126,70	127,05	0%
17/03/2025	6:40:00	22,50	22,26	1%	126,77	127,02	0%
17/03/2025	6:45:00	24,50	23,24	5%	126,83	127,36	0%
17/03/2025	6:50:00	25,20	24,94	1%	127,10	127,31	0%
17/03/2025	6:55:00	27,70	26,52	4%	127,10	127,01	0%
17/03/2025	7:00:00	30,60	29,07	5%	126,80	127,54	1%
17/03/2025	7:05:00	50,10	46,12	8%	126,40	126,98	0%
17/03/2025	7:10:00	50,60	49,41	2%	126,23	126,68	0%
17/03/2025	7:15:00	56,50	54,49	4%	125,97	126,61	1%
17/03/2025	7:20:00	59,30	58,10	2%	125,40	125,64	0%
17/03/2025	7:25:00	60,40	59,21	2%	125,70	125,78	0%
17/03/2025	7:30:00	61,50	60,31	2%	125,80	126,25	0%
17/03/2025	7:35:00	64,50	62,60	3%	125,67	125,83	0%
17/03/2025	7:40:00	68,00	66,51	2%	125,70	126,14	0%
17/03/2025	7:45:00	71,60	69,79	3%	125,63	126,04	0%
17/03/2025	7:50:00	73,00	71,99	1%	125,50	125,35	0%
17/03/2025	7:55:00	72,80	71,67	2%	126,07	125,64	0%
17/03/2025	8:00:00	76,40	73,72	4%	126,47	126,88	0%

17/03/2025	8:05:00	84,00	81,65	3%	126,33	127,12	1%
17/03/2025	8:10:00	87,50	85,70	2%	126,10	126,72	0%
17/03/2025	8:15:00	95,40	91,93	4%	125,93	126,31	0%
17/03/2025	8:20:00	97,90	96,35	2%	125,77	126,15	0%
17/03/2025	8:25:00	99,50	97,44	2%	125,67	126,51	1%
17/03/2025	8:30:00	100,00	98,51	1%	125,53	126,09	0%
17/03/2025	8:35:00	96,40	96,01	0%	125,50	126,04	0%
17/03/2025	8:40:00	95,00	93,48	2%	125,30	125,60	0%
17/03/2025	8:45:00	95,20	93,61	2%	125,07	125,74	1%
17/03/2025	8:50:00	95,40	94,10	1%	125,20	125,62	0%
17/03/2025	8:55:00	95,40	93,78	2%	125,17	125,61	0%
17/03/2025	9:00:00	95,10	93,32	2%	125,13	125,66	0%
17/03/2025	9:05:00	96,60	94,51	2%	125,13	125,80	1%
17/03/2025	9:10:00	96,80	95,76	1%	125,00	125,83	1%
17/03/2025	9:15:00	96,80	94,49	2%	125,00	125,67	1%
17/03/2025	9:20:00	100,10	98,86	1%	124,83	125,13	0%
17/03/2025	9:25:00	98,30	96,10	2%	124,70	125,28	0%
17/03/2025	9:30:00	99,30	98,20	1%	124,60	125,55	1%
17/03/2025	9:35:00	97,30	95,74	2%	124,60	125,16	0%
17/03/2025	9:40:00	99,00	96,99	2%	124,60	125,11	0%
17/03/2025	9:45:00	101,60	98,78	3%	124,40	124,99	0%
17/03/2025	9:50:00	104,70	102,93	2%	124,17	125,13	1%
17/03/2025	9:55:00	106,10	104,64	1%	124,17	124,78	0%
17/03/2025	10:00:00	103,10	101,88	1%	124,17	124,82	1%
17/03/2025	10:05:00	101,50	100,18	1%	124,27	125,00	1%
17/03/2025	10:10:00	99,40	97,90	2%	124,50	124,76	0%
17/03/2025	10:15:00	96,10	95,16	1%	124,37	124,92	0%
17/03/2025	10:20:00	97,90	95,36	3%	124,40	124,84	0%
17/03/2025	10:25:00	97,20	96,60	1%	124,40	124,80	0%
17/03/2025	10:30:00	94,80	93,19	2%	124,30	125,08	1%
17/03/2025	10:35:00	95,50	93,32	2%	124,27	125,09	1%
17/03/2025	10:40:00	99,10	96,91	2%	124,07	125,18	1%
17/03/2025	10:45:00	102,10	100,24	2%	124,00	124,63	1%
17/03/2025	10:50:00	103,60	101,63	2%	123,90	124,27	0%
17/03/2025	10:55:00	104,30	102,16	2%	123,83	124,22	0%
17/03/2025	11:00:00	104,30	102,91	1%	123,77	123,99	0%
17/03/2025	11:05:00	105,20	103,15	2%	123,87	124,41	0%
17/03/2025	11:10:00	104,10	103,04	1%	123,93	124,40	0%
17/03/2025	11:15:00	104,50	102,39	2%	124,00	124,63	1%
17/03/2025	11:20:00	105,00	103,35	2%	124,07	124,86	1%
17/03/2025	11:25:00	103,50	102,06	1%	123,93	124,61	1%
17/03/2025	11:30:00	102,50	100,68	2%	123,87	124,63	1%
17/03/2025	11:35:00	103,60	101,90	2%	123,87	124,55	1%
17/03/2025	11:40:00	102,00	100,42	2%	123,83	124,61	1%
17/03/2025	11:45:00	101,30	99,72	2%	123,83	124,74	1%

17/03/2025	11:50:00	100,20	98,99	1%	124,27	124,86	0%
17/03/2025	11:55:00	102,60	100,75	2%	124,43	125,04	0%
17/03/2025	12:00:00	97,80	97,60	0%	124,80	125,33	0%
17/03/2025	12:05:00	85,70	88,27	3%	125,17	125,52	0%
17/03/2025	12:10:00	70,00	70,85	1%	125,30	125,94	1%
17/03/2025	12:15:00	67,90	66,86	2%	125,50	126,12	0%
17/03/2025	12:20:00	66,30	65,41	1%	125,47	126,23	1%
17/03/2025	12:25:00	65,60	65,44	0%	125,57	125,82	0%
17/03/2025	12:30:00	60,20	59,68	1%	125,67	126,07	0%
17/03/2025	12:35:00	58,40	57,91	1%	125,77	126,34	0%
17/03/2025	12:40:00	57,60	56,96	1%	125,90	127,03	1%
17/03/2025	12:45:00	53,70	53,80	0%	125,93	126,59	1%
17/03/2025	12:50:00	53,10	52,09	2%	125,93	126,62	1%
17/03/2025	12:55:00	56,70	55,35	2%	126,07	126,82	1%
17/03/2025	13:00:00	56,90	55,82	2%	126,00	126,66	1%
17/03/2025	13:05:00	58,20	56,77	2%	126,00	126,55	0%
17/03/2025	13:10:00	57,40	57,12	0%	125,97	126,38	0%
17/03/2025	13:15:00	57,50	56,67	1%	126,03	126,56	0%
17/03/2025	13:20:00	58,80	57,68	2%	126,00	126,47	0%
17/03/2025	13:25:00	59,20	58,54	1%	125,93	126,21	0%
17/03/2025	13:30:00	60,50	59,36	2%	126,00	126,35	0%
17/03/2025	13:35:00	60,00	59,46	1%	125,87	126,54	1%
17/03/2025	13:40:00	60,00	59,11	1%	125,97	126,16	0%
17/03/2025	13:45:00	61,20	59,87	2%	125,93	126,58	1%
17/03/2025	13:50:00	65,70	64,44	2%	125,87	126,07	0%
17/03/2025	13:55:00	67,70	65,74	3%	125,90	126,60	1%
17/03/2025	14:00:00	73,50	70,83	4%	125,73	126,49	1%
17/03/2025	14:05:00	86,60	82,22	5%	125,53	126,49	1%
17/03/2025	14:10:00	90,70	89,76	1%	125,33	126,17	1%
17/03/2025	14:15:00	93,30	91,67	2%	125,10	125,37	0%
17/03/2025	14:20:00	95,60	94,01	2%	125,00	125,82	1%
17/03/2025	14:25:00	94,40	93,52	1%	124,83	125,50	1%
17/03/2025	14:30:00	94,70	93,35	1%	124,70	125,72	1%
17/03/2025	14:35:00	94,00	92,30	2%	124,60	125,39	1%
17/03/2025	14:40:00	94,00	92,78	1%	124,57	124,91	0%
17/03/2025	14:45:00	93,20	91,59	2%	124,53	125,09	0%
17/03/2025	14:50:00	94,50	92,61	2%	124,40	125,14	1%
17/03/2025	14:55:00	94,90	93,40	2%	124,30	125,33	1%
17/03/2025	15:00:00	96,90	94,72	2%	124,23	124,98	1%
17/03/2025	15:05:00	101,10	97,72	3%	124,33	125,21	1%
17/03/2025	15:10:00	103,00	102,37	1%	124,30	125,02	1%
17/03/2025	15:15:00	101,40	99,74	2%	124,37	124,89	0%
17/03/2025	15:20:00	101,90	100,31	2%	124,40	124,87	0%
17/03/2025	15:25:00	100,20	99,25	1%	124,20	124,87	1%
17/03/2025	15:30:00	99,00	97,11	2%	124,30	124,86	0%

17/03/2025	15:35:00	99,90	97,94	2%	124,17	124,87	1%
17/03/2025	15:40:00	99,80	98,23	2%	124,37	124,78	0%
17/03/2025	15:45:00	102,40	99,97	2%	124,43	125,19	1%
17/03/2025	15:50:00	105,80	103,10	3%	124,57	124,82	0%
17/03/2025	15:55:00	108,10	106,61	1%	124,43	125,26	1%
17/03/2025	16:00:00	105,00	104,28	1%	124,50	125,23	1%
17/03/2025	16:05:00	103,10	101,74	1%	124,53	124,89	0%
17/03/2025	16:10:00	102,00	100,79	1%	124,73	125,16	0%
17/03/2025	16:15:00	101,20	99,50	2%	124,63	125,16	0%
17/03/2025	16:20:00	100,80	99,83	1%	124,53	125,16	1%
17/03/2025	16:25:00	99,90	98,02	2%	124,60	125,04	0%
17/03/2025	16:30:00	99,60	98,44	1%	124,53	125,13	0%
17/03/2025	16:35:00	97,60	96,61	1%	124,70	125,49	1%
17/03/2025	16:40:00	96,20	95,07	1%	124,73	125,52	1%
17/03/2025	16:45:00	97,70	95,74	2%	124,70	125,45	1%
17/03/2025	16:50:00	101,50	99,41	2%	124,70	125,59	1%
17/03/2025	16:55:00	101,40	100,12	1%	124,83	125,69	1%
17/03/2025	17:00:00	100,70	99,24	1%	125,00	125,97	1%
17/03/2025	17:05:00	101,80	99,87	2%	125,03	125,65	0%
17/03/2025	17:10:00	102,20	100,59	2%	124,97	125,67	1%
17/03/2025	17:15:00	101,90	100,74	1%	124,97	125,69	1%
17/03/2025	17:20:00	100,20	98,97	1%	124,90	125,46	0%
17/03/2025	17:25:00	99,80	98,37	1%	124,93	125,88	1%
17/03/2025	17:30:00	99,80	98,28	2%	125,03	125,74	1%
17/03/2025	17:35:00	98,80	97,46	1%	125,13	125,55	0%
17/03/2025	17:40:00	98,20	96,76	1%	125,23	125,87	1%
17/03/2025	17:45:00	101,40	99,05	2%	125,27	126,09	1%
17/03/2025	17:50:00	122,50	115,89	5%	125,10	125,78	1%
17/03/2025	17:55:00	123,20	121,81	1%	125,10	125,59	0%
17/03/2025	18:00:00	119,60	118,23	1%	125,23	125,35	0%
17/03/2025	18:05:00	113,80	112,89	1%	125,43	125,51	0%
17/03/2025	18:10:00	110,30	109,44	1%	125,47	125,51	0%
17/03/2025	18:15:00	107,00	106,01	1%	125,60	125,35	0%
17/03/2025	18:20:00	110,10	107,96	2%	125,50	125,66	0%
17/03/2025	18:25:00	110,10	108,65	1%	125,43	125,55	0%
17/03/2025	18:30:00	110,00	107,91	2%	125,13	125,49	0%
17/03/2025	18:35:00	108,60	107,86	1%	124,80	124,86	0%
17/03/2025	18:40:00	106,00	104,68	1%	124,37	124,40	0%
17/03/2025	18:45:00	105,40	104,13	1%	124,43	124,32	0%
17/03/2025	18:50:00	104,80	103,30	1%	124,57	124,85	0%
17/03/2025	18:55:00	104,10	102,91	1%	124,63	124,65	0%
17/03/2025	19:00:00	102,00	101,34	1%	124,77	125,51	1%
17/03/2025	19:05:00	97,40	96,82	1%	124,97	125,20	0%
17/03/2025	19:10:00	93,10	92,57	1%	125,10	125,34	0%
17/03/2025	19:15:00	91,70	90,56	1%	125,13	125,70	0%

17/03/2025	19:20:00	89,60	88,96	1%	125,20	125,76	0%
17/03/2025	19:25:00	88,70	87,34	2%	125,27	125,60	0%
17/03/2025	19:30:00	88,60	87,58	1%	125,30	125,29	0%
17/03/2025	19:35:00	87,50	86,51	1%	125,37	125,57	0%
17/03/2025	19:40:00	87,20	85,98	1%	125,40	126,04	1%
17/03/2025	19:45:00	86,70	85,61	1%	125,57	125,85	0%
17/03/2025	19:50:00	86,40	85,17	1%	125,67	126,37	1%
17/03/2025	19:55:00	87,20	85,64	2%	125,73	126,47	1%
17/03/2025	20:00:00	85,00	84,80	0%	125,83	126,30	0%
17/03/2025	20:05:00	83,40	81,95	2%	126,07	126,19	0%
17/03/2025	20:10:00	83,40	82,58	1%	126,27	126,31	0%
17/03/2025	20:15:00	83,20	82,19	1%	126,40	127,20	1%
17/03/2025	20:20:00	82,30	81,38	1%	126,33	127,02	1%
17/03/2025	20:25:00	81,80	80,75	1%	126,23	126,60	0%
17/03/2025	20:30:00	82,40	81,21	1%	126,23	126,70	0%
17/03/2025	20:35:00	80,90	79,97	1%	126,37	127,10	1%
17/03/2025	20:40:00	81,70	80,37	2%	126,43	126,57	0%
17/03/2025	20:45:00	82,20	80,84	2%	126,37	126,24	0%
17/03/2025	20:50:00	83,00	81,58	2%	126,33	126,30	0%
17/03/2025	20:55:00	79,60	79,70	0%	126,50	126,85	0%
17/03/2025	21:00:00	75,20	75,70	1%	126,80	127,22	0%
17/03/2025	21:05:00	66,20	66,23	0%	126,90	127,47	0%
17/03/2025	21:10:00	64,70	63,99	1%	126,97	127,34	0%
17/03/2025	21:15:00	63,40	62,49	1%	127,13	127,76	0%
17/03/2025	21:20:00	62,70	61,69	2%	127,17	128,00	1%
17/03/2025	21:25:00	63,20	62,05	2%	127,17	127,91	1%
17/03/2025	21:30:00	61,30	60,85	1%	127,33	127,93	0%
17/03/2025	21:35:00	60,00	59,15	1%	127,47	128,44	1%
17/03/2025	21:40:00	58,30	57,86	1%	127,67	128,58	1%
17/03/2025	21:45:00	57,30	56,21	2%	127,77	128,71	1%
17/03/2025	21:50:00	56,80	56,18	1%	127,87	128,79	1%
17/03/2025	21:55:00	55,10	54,13	2%	128,17	129,11	1%
17/03/2025	22:00:00	54,80	53,78	2%	128,33	129,10	1%
17/03/2025	22:05:00	53,20	52,76	1%	128,47	129,42	1%
17/03/2025	22:10:00	51,70	50,92	2%	128,67	129,51	1%
17/03/2025	22:15:00	48,60	48,87	1%	128,67	129,35	1%
17/03/2025	22:20:00	27,50	32,18	17%	129,07	129,86	1%
17/03/2025	22:25:00	20,50	20,05	2%	129,10	129,91	1%
17/03/2025	22:30:00	20,40	19,93	2%	129,00	129,99	1%
17/03/2025	22:35:00	20,40	19,92	2%	129,27	130,10	1%
17/03/2025	22:40:00	20,30	19,91	2%	129,37	130,30	1%
17/03/2025	22:45:00	20,40	19,87	3%	129,40	130,39	1%
17/03/2025	22:50:00	20,40	20,13	1%	129,23	129,89	1%
17/03/2025	22:55:00	20,40	19,88	3%	128,87	129,82	1%
17/03/2025	23:00:00	20,40	19,90	2%	128,47	129,48	1%

17/03/2025	23:05:00	20,40	19,94	2%	128,23	129,20	1%
17/03/2025	23:10:00	20,40	19,98	2%	128,13	128,95	1%
17/03/2025	23:15:00	20,40	19,95	2%	128,03	128,78	1%
17/03/2025	23:20:00	20,90	20,43	2%	128,10	128,76	1%
17/03/2025	23:25:00	20,60	20,12	2%	128,10	128,84	1%
17/03/2025	23:30:00	20,50	20,06	2%	128,20	128,98	1%
17/03/2025	23:35:00	20,40	19,94	2%	128,20	128,98	1%
17/03/2025	23:40:00	20,50	20,00	2%	128,37	129,30	1%
17/03/2025	23:45:00	20,50	20,06	2%	128,40	129,11	1%
17/03/2025	23:50:00	20,80	20,31	2%	128,40	129,24	1%
17/03/2025	23:55:00	20,40	20,07	2%	128,27	129,09	1%

Durante la toma del día 17 de marzo, se observa una tendencia similar de crecimiento entre las 7:00AM y su posterior subida de demanda entre las 10:00 y 11:00AM, en la tarde se observa una tendencia de aumento hacia las 5:00 PM. El valor del voltaje se conserva estable.

Tabla 39

Tabla de variables 18/Marzo/2025

Fecha	Hora	Corriente		% Error Relativo	Voltaje		% Error Relativo
		HIOKI	Dispositivo		HIOKI	Dispositivo	
18/03/2025	0:00:00	20,50	20,05	2%	128,33	129,12	1%
18/03/2025	0:05:00	20,60	20,14	2%	128,33	129,06	1%
18/03/2025	0:10:00	20,40	20,06	2%	128,00	128,94	1%
18/03/2025	0:15:00	20,40	20,05	2%	128,13	129,10	1%
18/03/2025	0:20:00	20,80	20,31	2%	128,33	129,27	1%
18/03/2025	0:25:00	20,40	20,00	2%	128,43	129,51	1%
18/03/2025	0:30:00	20,60	20,11	2%	128,47	129,43	1%
18/03/2025	0:35:00	20,60	20,10	2%	128,47	129,55	1%
18/03/2025	0:40:00	20,50	20,07	2%	128,50	129,57	1%
18/03/2025	0:45:00	20,50	20,06	2%	128,47	129,63	1%
18/03/2025	0:50:00	20,50	19,98	3%	128,53	129,53	1%
18/03/2025	0:55:00	20,70	20,24	2%	128,33	129,25	1%
18/03/2025	1:00:00	20,50	19,98	3%	128,43	129,38	1%
18/03/2025	1:05:00	20,50	20,05	2%	128,33	129,37	1%
18/03/2025	1:10:00	20,50	20,07	2%	128,40	129,26	1%
18/03/2025	1:15:00	20,50	20,03	2%	128,60	129,47	1%
18/03/2025	1:20:00	20,80	20,33	2%	128,50	129,44	1%
18/03/2025	1:25:00	20,50	20,02	2%	128,60	129,52	1%
18/03/2025	1:30:00	20,40	20,02	2%	128,53	129,53	1%
18/03/2025	1:35:00	20,40	20,00	2%	128,60	129,63	1%
18/03/2025	1:40:00	20,50	20,02	2%	128,53	129,53	1%

18/03/2025	1:45:00	20,50	20,00	2%	128,60	129,57	1%
18/03/2025	1:50:00	20,70	20,26	2%	128,60	129,62	1%
18/03/2025	1:55:00	20,60	20,10	2%	128,73	129,71	1%
18/03/2025	2:00:00	20,50	20,10	2%	128,70	129,76	1%
18/03/2025	2:05:00	20,50	20,09	2%	128,80	129,58	1%
18/03/2025	2:10:00	20,50	20,01	2%	128,07	129,07	1%
18/03/2025	2:15:00	20,50	20,03	2%	128,07	129,00	1%
18/03/2025	2:20:00	20,70	20,34	2%	128,10	128,99	1%
18/03/2025	2:25:00	20,50	20,02	2%	128,07	129,05	1%
18/03/2025	2:30:00	20,50	20,01	2%	128,10	129,06	1%
18/03/2025	2:35:00	20,70	20,12	3%	128,10	129,00	1%
18/03/2025	2:40:00	20,70	20,13	3%	128,10	129,02	1%
18/03/2025	2:45:00	20,70	20,15	3%	128,17	129,08	1%
18/03/2025	2:50:00	20,90	20,39	2%	128,20	129,09	1%
18/03/2025	2:55:00	20,60	20,12	2%	128,17	129,19	1%
18/03/2025	3:00:00	20,50	20,07	2%	128,17	129,18	1%
18/03/2025	3:05:00	20,50	20,05	2%	128,20	129,13	1%
18/03/2025	3:10:00	20,50	20,10	2%	128,20	129,21	1%
18/03/2025	3:15:00	20,60	20,09	3%	128,10	129,08	1%
18/03/2025	3:20:00	20,70	20,34	2%	128,17	129,16	1%
18/03/2025	3:25:00	20,40	19,92	2%	128,13	129,13	1%
18/03/2025	3:30:00	20,40	19,94	2%	128,10	129,09	1%
18/03/2025	3:35:00	20,40	19,95	2%	128,07	129,06	1%
18/03/2025	3:40:00	20,40	19,94	2%	128,17	129,09	1%
18/03/2025	3:45:00	20,00	19,70	2%	128,13	129,12	1%
18/03/2025	3:50:00	20,00	19,54	2%	128,10	129,06	1%
18/03/2025	3:55:00	20,20	19,87	2%	128,10	129,05	1%
18/03/2025	4:00:00	20,00	19,53	2%	128,10	129,13	1%
18/03/2025	4:05:00	20,00	19,56	2%	128,10	129,06	1%
18/03/2025	4:10:00	20,00	19,58	2%	128,10	129,11	1%
18/03/2025	4:15:00	20,00	19,55	2%	128,07	129,09	1%
18/03/2025	4:20:00	20,40	19,93	2%	128,07	129,00	1%
18/03/2025	4:25:00	20,10	19,72	2%	128,03	129,02	1%
18/03/2025	4:30:00	20,00	19,68	2%	127,97	129,01	1%
18/03/2025	4:35:00	20,10	19,64	2%	127,83	128,84	1%
18/03/2025	4:40:00	20,10	19,56	3%	127,87	128,88	1%
18/03/2025	4:45:00	20,30	19,60	3%	127,77	128,68	1%
18/03/2025	4:50:00	20,00	19,85	1%	127,83	128,74	1%
18/03/2025	4:55:00	20,00	19,59	2%	127,77	128,67	1%
18/03/2025	5:00:00	20,10	19,60	2%	127,53	128,51	1%
18/03/2025	5:05:00	20,10	19,60	2%	127,57	128,39	1%
18/03/2025	5:10:00	20,40	19,96	2%	127,53	127,42	0%
18/03/2025	5:15:00	21,10	19,86	6%	127,50	127,77	0%
18/03/2025	5:20:00	23,60	23,10	2%	126,30	126,71	0%
18/03/2025	5:25:00	23,50	23,13	2%	126,33	126,39	0%

18/03/2025	5:30:00	23,70	23,17	2%	126,17	126,65	0%
18/03/2025	5:35:00	24,10	23,35	3%	126,13	126,69	0%
18/03/2025	5:40:00	24,00	23,67	1%	126,27	126,54	0%
18/03/2025	5:45:00	24,00	23,57	2%	126,27	126,46	0%
18/03/2025	5:50:00	23,90	23,42	2%	126,60	127,10	0%
18/03/2025	5:55:00	23,70	23,33	2%	126,53	127,07	0%
18/03/2025	6:00:00	25,40	24,22	5%	126,67	127,17	0%
18/03/2025	6:05:00	26,30	25,98	1%	126,57	127,42	1%
18/03/2025	6:10:00	26,50	26,01	2%	126,73	126,77	0%
18/03/2025	6:15:00	28,00	27,08	3%	126,63	127,41	1%
18/03/2025	6:20:00	28,90	28,49	1%	126,67	127,12	0%
18/03/2025	6:25:00	31,60	30,36	4%	126,57	126,99	0%
18/03/2025	6:30:00	29,80	29,53	1%	126,57	126,65	0%
18/03/2025	6:35:00	30,50	30,14	1%	126,50	126,44	0%
18/03/2025	6:40:00	30,60	30,04	2%	126,27	126,07	0%
18/03/2025	6:45:00	32,30	31,27	3%	126,27	126,26	0%
18/03/2025	6:50:00	34,20	33,59	2%	126,10	126,17	0%
18/03/2025	6:55:00	39,20	36,79	6%	126,03	126,28	0%
18/03/2025	7:00:00	42,10	41,61	1%	126,07	126,13	0%
18/03/2025	7:05:00	51,20	46,67	9%	125,87	125,39	0%
18/03/2025	7:10:00	63,10	61,26	3%	126,03	126,15	0%
18/03/2025	7:15:00	68,50	66,35	3%	125,97	126,18	0%
18/03/2025	7:20:00	64,90	64,98	0%	125,80	125,94	0%
18/03/2025	7:25:00	68,00	65,89	3%	125,60	125,43	0%
18/03/2025	7:30:00	68,90	67,91	1%	125,73	125,86	0%
18/03/2025	7:35:00	69,60	67,63	3%	125,73	126,05	0%
18/03/2025	7:40:00	75,60	73,13	3%	125,30	125,61	0%
18/03/2025	7:45:00	76,70	75,83	1%	125,33	125,64	0%
18/03/2025	7:50:00	77,00	75,17	2%	125,27	125,71	0%
18/03/2025	7:55:00	79,60	78,36	2%	124,97	125,35	0%
18/03/2025	8:00:00	79,80	78,16	2%	124,97	125,11	0%
18/03/2025	8:05:00	81,00	79,19	2%	124,83	124,88	0%
18/03/2025	8:10:00	86,80	84,56	3%	124,67	124,97	0%
18/03/2025	8:15:00	88,40	86,47	2%	124,50	124,61	0%
18/03/2025	8:20:00	88,90	87,39	2%	124,30	124,05	0%
18/03/2025	8:25:00	89,40	87,71	2%	124,27	123,96	0%
18/03/2025	8:30:00	87,50	86,65	1%	124,30	124,31	0%
18/03/2025	8:35:00	88,60	86,70	2%	124,27	124,79	0%
18/03/2025	8:40:00	90,40	88,52	2%	124,17	124,72	0%
18/03/2025	8:45:00	90,60	89,36	1%	124,00	124,71	1%
18/03/2025	8:50:00	90,30	88,86	2%	123,90	124,19	0%
18/03/2025	8:55:00	89,40	88,12	1%	123,87	124,15	0%
18/03/2025	9:00:00	89,70	88,12	2%	124,53	124,18	0%
18/03/2025	9:05:00	89,00	87,45	2%	124,60	124,97	0%
18/03/2025	9:10:00	91,30	89,63	2%	124,47	124,73	0%

18/03/2025	9:15:00	91,70	90,21	2%	124,37	124,47	0%
18/03/2025	9:20:00	92,30	90,78	2%	124,20	125,01	1%
18/03/2025	9:25:00	92,40	90,91	2%	124,13	124,62	0%
18/03/2025	9:30:00	94,00	91,79	2%	124,20	124,51	0%
18/03/2025	9:35:00	94,90	93,57	1%	124,17	124,77	0%
18/03/2025	9:40:00	96,20	94,14	2%	124,13	124,94	1%
18/03/2025	9:45:00	98,50	96,89	2%	124,03	124,62	0%
18/03/2025	9:50:00	102,70	99,45	3%	123,93	124,49	0%
18/03/2025	9:55:00	103,10	102,17	1%	123,67	124,23	0%
18/03/2025	10:00:00	99,20	98,55	1%	123,67	124,10	0%
18/03/2025	10:05:00	95,20	94,24	1%	124,03	124,70	1%
18/03/2025	10:10:00	94,30	92,65	2%	124,03	124,43	0%
18/03/2025	10:15:00	94,20	92,19	2%	123,90	124,16	0%
18/03/2025	10:20:00	93,90	92,70	1%	123,97	124,29	0%
18/03/2025	10:25:00	96,50	94,20	2%	123,93	124,20	0%
18/03/2025	10:30:00	96,90	96,02	1%	123,90	124,32	0%
18/03/2025	10:35:00	96,30	94,75	2%	123,73	124,40	1%
18/03/2025	10:40:00	96,90	95,39	2%	123,70	124,07	0%
18/03/2025	10:45:00	97,70	95,87	2%	123,57	123,96	0%
18/03/2025	10:50:00	98,70	97,01	2%	123,47	124,07	0%
18/03/2025	10:55:00	101,50	99,30	2%	123,30	123,42	0%
18/03/2025	11:00:00	103,20	101,25	2%	123,27	123,71	0%
18/03/2025	11:05:00	102,20	101,04	1%	123,50	123,77	0%
18/03/2025	11:10:00	100,70	99,16	2%	123,40	124,20	1%
18/03/2025	11:15:00	101,90	99,77	2%	123,30	124,02	1%
18/03/2025	11:20:00	99,60	98,87	1%	123,40	123,94	0%
18/03/2025	11:25:00	98,30	97,01	1%	123,23	123,68	0%
18/03/2025	11:30:00	96,80	95,09	2%	123,30	123,97	1%
18/03/2025	11:35:00	96,10	94,51	2%	123,33	124,08	1%
18/03/2025	11:40:00	95,30	93,82	2%	123,27	123,70	0%
18/03/2025	11:45:00	93,20	92,02	1%	123,20	123,64	0%
18/03/2025	11:50:00	91,70	89,99	2%	123,37	123,48	0%
18/03/2025	11:55:00	89,50	88,91	1%	123,63	123,91	0%
18/03/2025	12:00:00	82,60	82,64	0%	123,83	123,96	0%
18/03/2025	12:05:00	74,70	75,71	1%	124,10	124,24	0%
18/03/2025	12:10:00	66,80	66,52	0%	124,30	124,51	0%
18/03/2025	12:15:00	63,40	63,14	0%	124,30	124,65	0%
18/03/2025	12:20:00	61,60	60,67	2%	124,47	124,80	0%
18/03/2025	12:25:00	60,60	59,60	2%	124,53	124,88	0%
18/03/2025	12:30:00	58,70	57,87	1%	124,63	124,80	0%
18/03/2025	12:35:00	56,50	56,15	1%	124,70	124,95	0%
18/03/2025	12:40:00	53,80	53,14	1%	124,83	125,30	0%
18/03/2025	12:45:00	51,20	50,99	0%	125,00	125,47	0%
18/03/2025	12:50:00	50,70	49,67	2%	125,00	125,49	0%
18/03/2025	12:55:00	50,70	50,00	1%	125,07	125,56	0%

18/03/2025	13:00:00	51,60	50,19	3%	125,17	125,56	0%
18/03/2025	13:05:00	50,80	50,62	0%	125,03	125,26	0%
18/03/2025	13:10:00	51,10	50,29	2%	124,97	125,51	0%
18/03/2025	13:15:00	51,40	50,64	1%	124,93	125,48	0%
18/03/2025	13:20:00	52,20	51,12	2%	124,97	125,07	0%
18/03/2025	13:25:00	52,80	51,60	2%	125,13	125,16	0%
18/03/2025	13:30:00	54,60	53,28	2%	125,20	125,67	0%
18/03/2025	13:35:00	53,80	53,33	1%	125,10	125,24	0%
18/03/2025	13:40:00	55,70	54,39	2%	125,10	125,36	0%
18/03/2025	13:45:00	55,70	54,49	2%	125,20	125,77	0%
18/03/2025	13:50:00	58,60	57,17	2%	125,00	125,56	0%
18/03/2025	13:55:00	60,50	58,35	4%	125,50	125,42	0%
18/03/2025	14:00:00	66,30	64,23	3%	125,57	126,12	0%
18/03/2025	14:05:00	68,70	66,55	3%	125,50	125,63	0%
18/03/2025	14:10:00	78,10	74,83	4%	125,27	125,64	0%
18/03/2025	14:15:00	83,40	81,03	3%	124,37	124,74	0%
18/03/2025	14:20:00	86,20	84,19	2%	124,27	124,82	0%
18/03/2025	14:25:00	91,00	88,55	3%	124,20	124,96	1%
18/03/2025	14:30:00	92,80	90,94	2%	124,20	124,50	0%
18/03/2025	14:35:00	95,10	93,03	2%	124,10	124,77	1%
18/03/2025	14:40:00	96,90	94,86	2%	124,13	124,34	0%
18/03/2025	14:45:00	97,90	96,19	2%	124,23	124,44	0%
18/03/2025	14:50:00	97,70	96,23	2%	124,30	124,84	0%
18/03/2025	14:55:00	97,40	95,75	2%	124,37	124,53	0%
18/03/2025	15:00:00	97,10	95,75	1%	124,27	124,70	0%
18/03/2025	15:05:00	98,00	95,89	2%	124,30	124,60	0%
18/03/2025	15:10:00	99,70	98,20	2%	124,30	124,40	0%
18/03/2025	15:15:00	98,90	97,35	2%	124,20	124,49	0%
18/03/2025	15:20:00	97,90	96,38	2%	124,43	124,59	0%
18/03/2025	15:25:00	98,50	97,05	1%	124,50	124,90	0%
18/03/2025	15:30:00	98,10	96,03	2%	124,37	124,75	0%

Las tomas registradas entre el día 18 de marzo, presentan una tendencia similar de crecimiento hacia las 6:00AM, llegando a tener mayores crecimientos desde las 9:30AM hacia las 11:00AM. La variable de voltaje permanece constantemente estable.

Referencias

Programa de Ingeniería Electrónica. (2015). *Proyecto Educativo del programa.* Universidad CESMAG. Pasto

Universidad Distrital Francisco Jose de Caldas. (2020). *Análisis de tendencia del consumo de energía eléctrica en la Universidad Distrital Francisco José de Caldas 2016-2020.* Bogotá.

Guananga, A. & Chávez, J. (2021). Diagnostico energético para obtención de las curvas de demanda de los bloques A y B del Campus Matriz de la Universidad Técnica de Cotopaxi. Ecuador. Recuperado de http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/8164

Velásquez, B. (2015) *Caracterización y análisis de la demanda de energía eléctrica en las ZNI del departamento de Nariño.* [Tesis de Pregrado]. Universidad de Nariño, San Juan de Pasto. Recuperado de https://sired.udenar.edu.co/886/

Delgado, A., Melo, A. (2017). *Sistema de corrección de parámetros de calidad de la energía en la red eléctrica de la I.U. CESMAG bajo normatividad CREG*. [Tesis de Pregrado]. Universidad Cesmag, Pasto

Llimiquinga Eras, P. E. (2021). *Implementación de un medidor de consumo de energía eléctrica para fomentar el ahorro en consumidores residenciales* [Tesis de Pregrado]. Escuela Politécnica Nacional. Repositorio Digital EPN. Recuperado de https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/21641

Quilla Cruz, D. P. (2023). *Diseño e implementación de un prototipo de medidor inteligente monofásico para el monitoreo de energía en hogares empleando internet de las cosas* [Tesis de pregrado]. Universidad Católica de Santa María]. Repositorio institucional. Obtenido de https://repositorio.ucsm.edu.pe/items/394625ca-0630-4b60-afee-a9ccfe23d1cb

Sandoval Aquea, F. E. (2022). *Desarrollo de dispositivo de medición energética residencial para uso en proyección de demanda* [Tesis de pregrado]. Universidad de Chile. Repositorio institucional. Obtenido de https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/187253

Colombia, U. N. (2 de Abril de 2007). Obtenido de https://www1.upme.gov.co/DemandayEficiencia/Doc_Hemeroteca/Informe%20Final_resumen_ejecutivo_UN_2007.pdf

Valencia, U. d. (s.f.). *Universidad de Valencia*. Obtenido de Universidad de Valencia

Gomez, V. E. (marzo de 2011). *Repositorio Facultad de Ingenieria - unam.mx*. Obtenido de http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/handle/132.248.52.100/301

Barroso, A. (2023). Estimacion de la Demanda Electrica. *Estimacion de la Demanda Electrica*, (pág. 22). Caracas.

Tabares, J., Velásquez, C. y Valencia, M. (2014). Comparación de técnicas estadísticas de pronóstico para la demanda de energía eléctrica. *Revista Ingeniería Industrial,* 13 (1), 19-31. Recuperado de https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5010540.pdf

George E. P. Box, G. M. (2015). *Analisis de series de tiempo, pronostico y control.* Nueva Jersey: John Wiley & Sons.

McAllister, W. (s.f.). *Khan Academy*. Obtenido de https://es.khanacademy.org/science/fisica-pe-pre-u/x4594717deeb98bd3:corriente-electrica/x4594717deeb98bd3:potencia-electrica/a/ee-voltage-and-current.

LATAM, M. (22 de Abril de 2021). *Mecatronica LATAM*. Obtenido de Mecatronica LATAM: https://www.mecatronicalatam.com/es/tutoriales/teoria/ley-de-watt/

Arif Febriansyah Juwito, Diono Diono, Miftahul Jihad. (28 de Junio de 2023). *European Union Digital Library.* Obtenido de European Union Digital Library: https://eudl.eu/doi/10.4108/eai.5-10-2022.2327860

San Juan de Pasto, 9 de junio del 2025

Biblioteca
REMIGIO FIORE FORTEZZA OFM. CAP.
Universidad CESMAG
Pasto

Saludo de paz y bien.

Por medio de la presente se hace entrega del Trabajo de Grado, “Caracterización de la demanda de energía de los bloques Holanda e Italia de la sede centro de la Universidad CESMAG” presentado por el (los) autor(es) Estiven Orlando Montilla Martínez y Carlos Santiago Erazo Chamorro del Programa Académico de Ingeniería Electrónica al correo electrónico biblioteca.trabajosdegrado@unicesmag.edu.co. Manifiesto como asesor(a), que su contenido, resumen, anexos y formato PDF cumple con las especificaciones de calidad, guía de presentación de Trabajos de Grado o de Aplicación, establecidos por la Universidad CESMAG, por lo tanto, se solicita el paz y salvo respectivo.

Atentamente,

Miller Manuel Ruales Luna
1004623930
Ingeniería Electrónica
3183758760
mmruales@unicesmag.edu.co

INFORMACIÓN DEL (LOS) AUTOR(ES)	
Nombres y apellidos del autor: Carlos Santiago Erazo Chamorro	**Documento de identidad:** CC 1233193500
Correo electrónico: Carloserazo215@gmail.com	**Número de contacto:** 3178042380
Nombres y apellidos del autor: Estiven Orlando Montilla Martínez	**Documento de identidad:** CC 1233191602
Correo electrónico: usuarioimovil14@gmail.com	**Número de contacto:** 3217987192
Nombres y apellidos del asesor: Miller Manuel Ruales Luna	**Documento de identidad:** 1004623930
Correo electrónico: mmruales@unicesmag.edu.co	**Número de contacto:** 3183758760
Título del trabajo de grado: Caracterización de la de la demanda de energía de los bloques Holanda e Italia de la sede centro de la Universidad CESMAG.	
Facultad y Programa Académico: Facultad de Ingeniería Ingeniería Electrónica	

En mi (nuestra) calidad de autor(es) y/o titular (es) del derecho de autor del Trabajo de Grado o de Aplicación señalado en el encabezado, confiero (conferimos) a la Universidad CESMAG una licencia no exclusiva, limitada y gratuita, para la inclusión del trabajo de grado en el repositorio institucional. Por consiguiente, el alcance de la licencia que se otorga a través del presente documento, abarca las siguientes características:

a) La autorización se otorga desde la fecha de suscripción del presente documento y durante todo el término en el que el (los) firmante(s) del presente documento conserve (mos) la titularidad de los derechos patrimoniales de autor. En el evento en el que deje (mos) de tener la titularidad de los derechos patrimoniales sobre el Trabajo de Grado o de Aplicación, me (nos) comprometo (comprometemos) a informar de manera inmediata sobre dicha situación a la Universidad CESMAG. Por consiguiente, hasta que no exista comunicación escrita de mi(nuestra) parte informando sobre dicha situación, la Universidad CESMAG se encontrará debidamente habilitada para continuar con la publicación del Trabajo de Grado o de Aplicación dentro del repositorio institucional. Conozco(conocemos) que esta autorización podrá revocarse en cualquier momento, siempre y cuando se eleve la solicitud por escrito para dicho fin ante la Universidad CESMAG. En estos eventos, la Universidad CESMAG cuenta con el plazo de un mes después de recibida la petición, para desmarcar la visualización del Trabajo de Grado o de Aplicación del repositorio institucional.

b) Se autoriza a la Universidad CESMAG para publicar el Trabajo de Grado o de Aplicación en formato digital y teniendo en cuenta que uno de los medios de publicación del repositorio institucional es el internet, acepto(amos) que el Trabajo de Grado o de Aplicación circulará con un alcance mundial.

c) Acepto (aceptamos) que la autorización que se otorga a través del presente documento se realiza a título gratuito, por lo tanto, renuncio(amos) a recibir emolumento alguno por la publicación, distribución, comunicación pública y/o cualquier otro uso que se haga en los términos de la presente autorización y de la licencia o programa a través del cual sea publicado el Trabajo de grado o de Aplicación.

d) Manifiesto (manifestamos) que el Trabajo de Grado o de Aplicación es original realizado sin violar o usurpar derechos de autor de terceros y que ostento(amos) los derechos patrimoniales de autor sobre la misma. Por consiguiente, asumo(asumimos) toda la responsabilidad sobre su contenido ante la Universidad CESMAG y frente a terceros, manteniéndose indemne de cualquier reclamación que surja en virtud de la misma. En todo caso, la Universidad CESMAG se compromete a indicar siempre la autoría del escrito incluyendo nombre de(los) autor(es) y la fecha de publicación.
e) Autorizo(autorizamos) a la Universidad CESMAG para incluir el Trabajo de Grado o de Aplicación en los índices y buscadores que se estimen necesarios para promover su difusión. Así mismo autorizo (autorizamos) a la Universidad CESMAG para que pueda convertir el documento a cualquier medio o formato para propósitos de preservación digital.

NOTA: En los eventos en los que el trabajo de grado o de aplicación haya sido trabajado con el apoyo o patrocinio de una agencia, organización o cualquier otra entidad diferente a la Universidad CESMAG. Como autor(es) garantizo(amos) que he(hemos) cumplido con los derechos y obligaciones asumidos con dicha entidad y como consecuencia de ello dejo(dejamos) constancia que la autorización que se concede a través del presente escrito no interfiere ni transgrede derechos de terceros.

Como consecuencia de lo anterior, autorizo(autorizamos) la publicación, difusión, consulta y uso del Trabajo de Grado o de Aplicación por parte de la Universidad CESMAG y sus usuarios así:

- Permito(permitimos) que mi(nuestro) Trabajo de Grado o de Aplicación haga parte del catálogo de colección del repositorio digital de la Universidad CESMAG por lo tanto, su contenido será de acceso abierto donde podrá ser consultado, descargado y compartido con otras personas, siempre que se reconozca su autoría o reconocimiento con fines no comerciales.

En señal de conformidad, se suscribe este documento en San Juan de Pasto a los 9 días del mes de junio del año 2025.

Nombre del autor: Carlos Santiago Erazo Chamorro	Nombre del autor: Estiven Orlando Montilla Martínez
 Nombre del asesor: Miller Manuel Ruales Luna	