

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
ECUADOR SEDE QUITO**

**CARRERA:
INGENIERÍA ELÉCTRICA**

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:
INGENIERO ELÉCTRICO**

**TEMA:
CARACTERIZACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE CLIENTES
RESIDENCIALES POR
MEDIO DE IOT**

**AUTOR:
PABLO MARTÍN CARGUA RAMOS**

**TUTOR:
ING. LUIS FERNANDO TIPÁN VERGARA**

Quito, octubre de 2020

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Yo, PABLO MARTÍN CARGUA RAMOS, con documento de identificación N ° 172437596-7, manifiesto mi voluntad y cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autor del trabajo de titulación: “CARACTERIZACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE CLIENTES RESIDENCIALES POR MEDIO DE IOT.”, el mismo que ha sido desarrollado para optar por el título de Ingeniero Eléctrico, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En aplicación a lo determinado en la Ley de Propiedad Intelectual, en mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia, suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, octubre de 2020.



PABLO MARTÍN CARGUA RAMOS
C.I. 172437596-7

DECLARATORIA DE COAUTORÍA DEL DOCENTE TUTOR

Yo declaro que bajo mi dirección y asesoría fue desarrollado el Proyecto Técnico, “CARACTERIZACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE CLIENTES RESIDENCIALES POR MEDIO DE IOT.” realizado por PABLO MARTÍN CARGUA RAMOS, obteniendo un producto que cumple con todos los requisitos estipulados por la Universidad Politécnica Salesiana, para ser considerado como trabajo final de titulación.

Quito, octubre de 2020



LUIS FERNANDO TIPÁN VERGARA

C.I. 171732900-5

DEDICATORIA

Agradezco a Dios, y a mi familia, por ser mi parte fundamental en mi vida y en mi carrera, de igual manera agradezco a mi hermano, David C y mi prima Katherine M, por siempre darme ánimos,

Alguien que merece una mención especialmente mí querida compañera y madre María Ramos por ejemplo y gran sacrificio me sirvieron para que cumpla con esta meta, gracias, madre, sin ti no habría logrado llegar.

Dedico este trabajo a ti padre Rafael Cargua sé que desde el cielo te sentirás orgullo de mí, lo logramos mi DT.

Agradecimiento especial a una larga lista de amigos Eduardo P, Stalin G, Carlos Ch, Marcelo C, Santiago B, Nerxy B, Angie M y si tu nombre no está en escrito, también este agradecimiento es para ti por cada granito de arena que pusiste para completar este proyecto.

Pablo Martín Cargua Ramos

AGRADECIMIENTOS

Dejo constancia de mi especial agradecimiento al Ingeniero Luis Tipán, tutor del proyecto técnico de titulación, a la Universidad Politécnica Salesiana y a cada uno de los docentes que formaron parte de mi formación.

Pablo Martín Cargua Ramos

ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO I.....	1
DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	1
1.1 Antecedentes	1
1.2 Importancia y Alcance	2
1.4 Delimitación del Problema	2
CAPITULO II.....	3
MARCO TEÓRICO	3
2.1 Análisis de consumo de energía en hogares	3
2.2 Desagregación no intrusiva de consumos eléctricos en hogares.....	3
2.3 Monitoreo de carga no intrusivo NILM	4
2.4 Introducción NILM con los elementos del ecosistema IoT	6
2.5 Dispositivos de desarrollo IOT	7
2.6 Conectividad IOT.....	8
2.7 Análisis y elección de la plataforma IOT	8
2.8 Elementos del IOT	9
2.9 Protocolo TCP/IP	9
2.10 Comunicación Inalámbrica Wifi.....	10
2.11 Modulo Wemos mini D1	10
2.12 Redes locales WLAN	11
2.13 Plataforma ThingSpeak	12
2.15 Transformador de corriente (TC).....	14
2.16 Transformadores de potencia (TP)	14
2.17 Medición de variables eléctricas utilizando señales digitales	14
2.18 Cálculo de la Potencia	15
CAPÍTULO III	17

DESARROLLO DEL SISTEMA PROPUESTO	17
3.1 Arquitectura general del sistema de monitoreo.....	17
3.2 Modulo sensor de corriente	17
3.3 Sensor de voltaje	19
3.3 Etapa de proceso de señales	19
3.4 Etapa de comunicación.....	20
3.5 Manejo de la plataforma ThingSpeak.....	22
3.6 Presentación de datos mediante la plataforma ThingSpeak	25
3.7 Aplicación de ThingSpeak	25
CAPÍTULO IV	28
PRUEBAS Y ANALISIS DE RESULTADOS.....	28
4.1 Datos registrados cada 12 segundos	28
4.2 Análisis de los resultados obtenidos aplicando el método NILM.....	29
4.3 Caso 1	29
4.4 Caso 2	30
4.5 Caso 3	31
4.6 Caso 4	31
4.5 Caso 4	32
CAPITULO V.....	34
COSTOS	34
5.1 Plantilla de materiales	34
5.2 Presupuesto referencial.....	34
CONCLUSIONES.....	35
RECOMENDACIONES	36
REFERENCIAS	37
ANEXOS.....	39
Anexo 1. Prototipo de medición IOT.....	39

Anexo 2: Diagrama de simulación del prototipo	40
Anexo 3: Diagrama del prototipo.....	41

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Consumo de energía en los electrodomésticos.....	3
Figura 2. Consumo de energía de electrodomésticos mediante NILM.....	4
Figura 3. Sistema de referencia NILM.	5
Figura 4. Arquitectura de monitoreo de consumo mediante IOT	6
Figura 5. Relaciones de dispositivos conectados con personas.....	7
Figura 6. Descripción de comunicación del prototipo	12
Figura 7. Función de ThingSpeak	12
Figura 8. Análisis para el cálculo de los valores rms.....	15
Figura 9. Arquitectura general del sistema de monitoreo.....	17
Figura 10. Sensor corriente SCT-013-100.....	18
Figura 11. Diagrama electrónico del circuito de acondicionamiento.	18
Figura 12. Sensor voltaje C- ZMPT101B.....	19
Figura 13. Algoritmo de control del proceso de obtención de datos y envío con arduino	20
Figura 14. Algoritmo de comunicación y envío de datos desde los dispositivos de IoT	21
Figura 15. Plataforma ThingSpeak	22
Figura 16. Arquitectura para una red IOT	23
Figura 17. Presentación de canales de estudio	23
Figura 18. Configuración de canales de visualización.....	24
Figura 19. A) Usuario B) Configuración C) API KEY de enlace.....	24
Figura 20. Presentación de resultados en la plataforma ThingSpeak	25
Figura 21. Presentación de resultados en la aplicación ThingSpeak	26
Figura 22. Presentación de datos en Matlab	26
Figura 23. Presentación de Widget para medir la Potencia	27
Figura 24. Curva característica de cada elemento aplicando NILM.....	28
Figura 25. Curva Característica de la refrigeradora tiempo de monitoreo 24 horas..	29
Figura 26. Curva características lavadoras.	30
Figura 27. Curva característica secadora	31
Figura 28. Curva característica del microondas	32
Figura 29. Curva característica de la plancha.....	33

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características y Arquitectura IOT	7
Tabla 2. Tecnología inalámbrica	8
Tabla 3. Plataformas de Código abierto.....	9
Tabla 4. Capas del Protocolo TCP/IP	10
Tabla 5. Características principales Wemos Mini D1	11
Tabla 6. Características principales ThingSpeak.....	13
Tabla 7. Comparación de tecnología para censado de corriente	14
Tabla 8. Consumo de la refrigeradora.....	29
Tabla 9. Consumo de la lavadora	30
Tabla 10. Consumo de la secadora.....	31
Tabla 11. Consumo del microondas	32
Tabla 12. Consumo de plancha.....	33
Tabla 13. Materiales del proyecto	34
Tabla 14. Resumen de presupuesto referencial	34

GLOSARIO

- **API:** Interfaces de programación de aplicaciones, es un conjunto de funciones y procedimientos que cumplen una o muchas funciones con el fin de ser utilizadas por otro software [1].
- **HTTP:** Protocolo de transferencia de hipertexto, es el protocolo de comunicación que permite las transferencias de información en la Web[2].
- **IOT:** internet de las cosas, refiere a una interconexión digital de objetos cotidianos con internet[2].
- **IP:** Protocolo de control de internet, un número que identifica de forma única a una interfaz en red de cualquier dispositivo conectado[2].
- **M2M:** máquina a máquina, es un concepto genérico que se refiere al intercambio de información o comunicación en formato de datos[3].
- **NILM:** medición no invasiva, es la medición de corriente eléctrica sin necesidad de tener que alterar el circuito eléctrico[4].
- **ThingSpeak™:** es una plataforma de que permite recoger y almacenar datos de sensores en la nube y desarrollar aplicaciones IoT[2].
- **TCP:** protocolo de control de transmisión, En el nivel de aplicación, posibilita la administración de datos[2].
- **TP:** transformador Potencial, Son aparatos en donde la tensión secundaria dentro de las condiciones normales de operación es prácticamente proporcional a la tensión primaria[5].
- **TC:** transformador de corriente, un transformador utilizado para aumentar o disminuir una corriente alterna (AC). Produce una corriente en el devanado secundario proporcional a la corriente del primario[6].
- **Open source:** Código abierto, es un modelo de desarrollo de software basado en la colaboración abierta [2].
- **OSI:** modelo de interconexión de sistemas abiertos[2],
- **WLAN:** Wireless Local Area Network, Una red de área local inalámbrica, también conocida como WLAN, es un sistema de comunicación inalámbrico para minimizar las conexiones cableadas[2].

RESUMEN

El sistema presentado proporciona un acceso continuo y generalizado del consumo de energía mediante la utilización del avance de la tecnología IoT. el análisis experimental se encuentra a partir de los datos recolectados obtener el patrón de consumo eléctrico y representar de forma gráfica la curva de carga de equipos eléctricos de uso doméstico en un determinado intervalo de tiempo. El objetivo es poder caracterizar consumo de energía aplicando la desagregación de la electricidad. este proceso consta en separar la carga eléctrica total de un solo hogar en cargas específicas de electrodomésticos, mediante el monitoreo intrusivo de cada aparato a través del prototipo creado que permite determinar el consumo de potencia de cada dispositivo.

Palabras Clave: Internet de Las Cosas, Medidor Inteligente, Desagregación de La energía, Consumo de Energía en Hogares, Caracterización de Consumo

ABSTRACT

The presented system provides a continuous and widespread access to energy consumption by utilizing the advancement of IOT technology. The experimental analysis is based on the data collected to obtain the pattern of electricity consumption and graphically represent the load curve of electrical equipment for domestic use in a certain time interval. The objective is to be able to characterize energy consumption by applying the disaggregation of electricity. This process consists of separating the total electrical load of a single home into specific electrical appliance loads, through intrusive monitoring of each appliance through the prototype created that allows determining the power consumption of each individual device

Palabras Clave: Internet of Things, Intelligent Meter, Energy Deaggregation, Energy Consumption in Households, Consumption Characterization

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo se describe el tema caracterización de energía eléctrica de clientes residenciales por medio de IOT, mediante la desagregación de la energía que se puede realizar mediante medidores de bajo costo pero con la capacidad de poder transmitir la característica de consumo de energía en tiempo real y poder ver las características de cada elemento medido dentro del hogar debido el interés de conocer el consumo de energía dentro de nuestra vida cotidiano y poder hallar modelos que permite bajar el impacto ambiental. impulsar a los usuarios motivar a aprender sobre sus hábitos energéticos y ayuda a abordar los déficits de información sobre el uso de energía. de este modo se puede definir como el estudio del sector residencial, la cual tiene una tasa de crecimiento más alta del consumo de energía eléctrica incluso superior a la del sector industrial.

A continuación, se detalla en forma general lo que se desarrolla en cada capítulo con el fin de que se tenga una idea global del presente trabajo.

El capítulo 1, indica brevemente la directriz del estudio basado en técnicas de monitoreo en tiempo real, además una breve introducción al método desagregación de electricidad que es el proceso de separar la carga eléctrica total de un solo hogar en cargas específicas de electrodomésticos.

El capítulo 2, introducción al ecosistema del IOT, como surgió en sus inicios y sus aplicaciones, los equipos de medición utilizados para el monitoreo y los componentes para realizar la desagregación de la característica de las curvas de consumo.

El capítulo 3, se presente la como se realiza la implementación del dispositivo IoT, la plataforma escogida para el monitoreo en tiempo real posteriormente realizar el análisis de datos en Matlab.

El capítulo 4, Se presenta los análisis obtenidos del estudio de los electrodomésticos mediante el análisis de la desagregación de consumo energético. Y caracterizar la curva de consumo aplicando el internet de las cosas.

CAPÍTULO I

DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

1.1 Antecedentes

Actualmente se espera que aumente la demanda y el costo de la electricidad en los próximos años. En especial en la zona residencial por ese motivo el interés de monitorear el uso de energía de manera profunda empleando métodos para reducir el consumo y menorar el costo de la energía eléctrica consumida[7],[8],[9].

Esto ayudara al usuario a reprogramar algunas de las cargas dentro del hogar, estos electrodomésticos a períodos de tiempo adecuados. El beneficio resultante para los usuarios finales por participar se refleja en obtener los incentivos para reducir su consumo[10].

por otro lado, la mayor parte de la investigación actual y en curso relacionada con el control de la energía elabora la estimación de una carga eléctrica particular o un electrodoméstico a partir del consumo agregado de un solo punto, basándose en una característica extraída previamente. de esta manera monitorear el consumo de energía aplicando el monitoreo de carga no intrusiva (NILM), que tiene como objetivo estimar el consumo energía a partir de una medición general[11],[12].

Como resultado se ha demostrado que el monitoreo de carga puede proporcionar herramientas útiles para la detección reconocimiento de eventos de diagnóstico para encontrar actividades inusuales. El problema principal es monitorear los electrodomésticos utilizando prototipos de bajo costo para el usuario final. Por consiguiente, el consumidor puede reemplazar dispositivos por otros más eficientes o encontrar una manera de apagar los dispositivos no utilizados[1],[13].

El sistema propuesto es desagregación de electrodomésticos residenciales mediante monitoreo de carga no intrusivo (NILM) particularmente la desagregación de la energía demostrado cómo el tipo de retroalimentación sobre el consumo eléctrico y la influencia que puede tener sobre cantidad de electricidad ahorrada[14],[15].

El monitoreo de carga no intrusivo es una forma interactiva de comenzar a minimizar el desperdicio de energía y encontrar y reemplazar dispositivos defectuosos a diferencia de las técnicas de monitoreo de carga intrusiva que usan un sensor para

obtener información sobre la carga, lo que aumenta el costo y la accesibilidad a la estructura del todo el sistema en este proyecto, presentamos un enfoque para el sistema de monitoreo de energía en tiempo real que se utiliza para desagregar el consumo de energía residencial[16],[17].

1.2 Importancia y Alcance

En el presente trabajo se pretende utilizar tarjetas de desarrollo abierto basada en tecnología Wireless, los cuales recolectan información que será analizada almacenada en ThingSpeak™, como la plataforma para IOT , con el fin de prototipar y poner en marcha sistemas de pequeña escala para caracterizar el consumo eléctrico, esto se realizará mediante obtención de parámetros eléctricos tomando como muestras electrodomésticas de uso frecuente, estas consideraciones es posible identificar a través del Internet de las cosas (IOT), con el objetivo de conseguir un patrón de consumo energético que nos sirva de referencia para poder llevarlo a mayor escala

1.4 Delimitación del Problema

Con la necesidad de reducir el consumo de energía debido al alto consumo en la zona residencial es necesario crear nuevas formas de monitorear el comportamiento del consumo de energía empleando nuevas tecnologías. [10] por este motivo se empleará la construcción de un prototipo de bajo costo que permita enviar información de parámetros electricos mediante el internet de las cosas IOT[18].

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Análisis de consumo de energía en hogares

El enfoque del consumo de energía para el hogar ha sido la detección de profundidad esto ha llevado a recopilar la mayor cantidad de datos posible de cada hogar e implementar un sistema inteligente que lleva a cada persona a comprender la importancia del consumo y aportar nuevos recursos para disminuir el impacto ambiental[19].

Los hogares inteligentes se están extendiendo a diferentes ramas de especialización centrándose en el interés de las investigaciones requisitos y expectativas de los usuarios. Un método de monitoreo de consumo de energía en el hogar se está volviendo importante en tal sentido como se indica en la figura 1 los electrodomésticos de línea blanca que se encuentra dentro de los hogares no son aparatos de gran potencia pero ocupan un lugar muy importante en el consumo energético[11],[20].

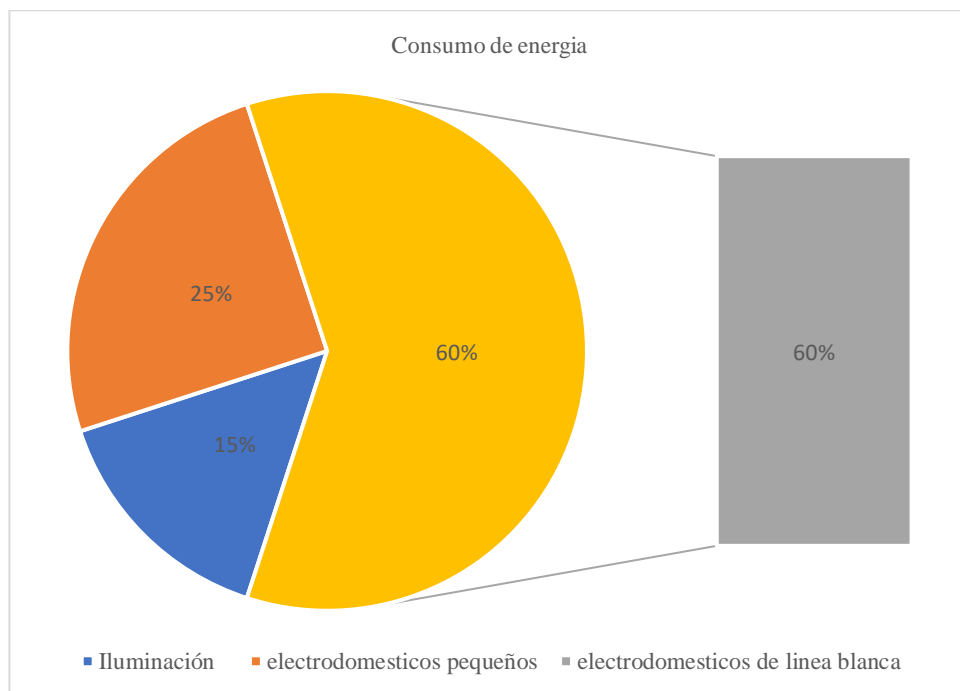


Figura 1. Consumo de energía en los electrodomésticos

Elaborado por: Pablo Cargua

2.2 Desagregación no intrusiva de consumos eléctricos en hogares

Bajo este concepto simple, pero de gran calidad utilidad debido a única medición de consumo de una red eléctrica interna esto puede ser por ejemplo en edificios, casas, o

centros comerciales. Esto con lleva a poder discriminar los consumos individuales de todos los dispositivos conectados a esa red como se indica en la figura 2 donde se describe que a partir de única media podemos obtener curvas de consumo específicas de cada elemento[15],[21].

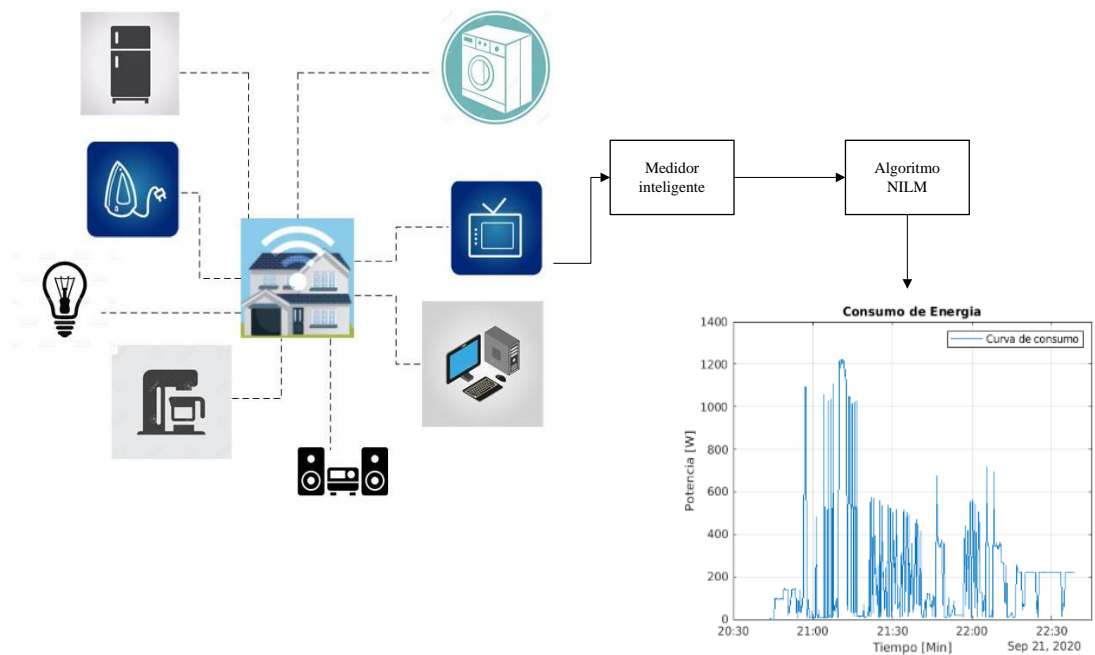


Figura 2. Consumo de energía de electrodomésticos mediante NILM
Elaborado por: Pablo Cargua

Como se indica en la figura 2. la desagregación de electricidad es el proceso de separar la carga eléctrica total de un solo hogar en cargas específicas de electrodomésticos. Esto se puede lograr mediante el monitoreo intrusivo de cada dispositivo a través de un medidor de carga esta técnica de monitoreo de carga no intrusivo (NILM)[22].

2.3 Monitoreo de carga no intrusivo NILM

Una barrera para evaluar las técnicas NILM es la recopilación de datos reales, que requiere la implementación de sensores en cada carga en el hogar. consta de tres pasos: extracción de características, detección y clasificación de eventos. Las formas de onda de corriente y voltaje sin procesar se transforman en una característica vector: una representación más compacta que puede incluir potencia real, potencia reactiva y Armónicos. Estas características extraídas para detectar cambios, identificadas utilizando modelos, de NILM podrían generar rápidamente diferentes tipos de rasgos representativa de modelos de carga. En segundo lugar, proponemos filtros de ejemplo

capaces de identificar y eliminar cargas que presentan variaciones de potencia rápidas[23].

El NILM está relacionado con los medidores de energía inteligente (de baja y alta frecuencia) ya que puede distinguir los dispositivos de los datos agregados adquiridos de un solo punto de medición en la figura 3 muestra como es el proceso de dividir toda la energía de carga de la casa o edificio en datos de componentes principales y estimar su poder consumos basados en la medición de parámetros eléctricos[14].

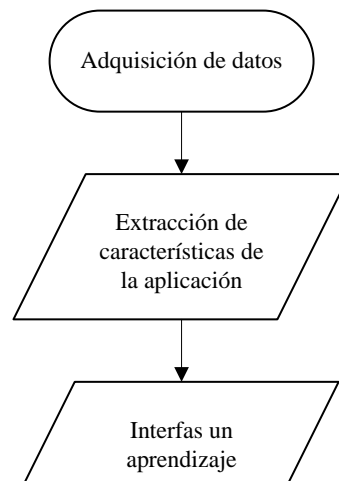


Figura 3. Sistema de referencia NILM.
Elaborado por: Pablo Cargua

la fase de adquisición de datos: adquiere carga medición a una velocidad adecuada para que la carga distintiva se pueden identificar patrones.

La fase de extracción de características del electrodoméstico: procesa los datos de, es decir, voltaje y corriente para calcular la potencia luego detecta eventos como la transición del estado del dispositivo esta fase para obtener una base de datos o conjunto de datos como entrada para la siguiente fase.

la fase de inferencia y aprendizaje: analiza la salida de la fase anterior. Esta fase se puede dividir en dos enfoques: identificación de carga y sistema entrenamiento, los primeros identifican estados específicos del dispositivo de la medición agregada, este último tiene como objetivo métodos de formación y aprendizaje de las características del dispositivo. Como se señaló en la figura 2, los principales métodos utilizados para alcanzar estos objetivos están supervisados y no supervisados algoritmos

2.4 Introducción NILM con los elementos del ecosistema IoT

El factor más importante para habilitar y avanzar métodos de aprendizaje automático en cualquier problema es la disponibilidad de bases de datos adecuadas. Una buena referencia es el ecosistema IoT, donde los conjuntos de datos pueden categorizarse en alta frecuencia para datos de toda la casa y baja frecuencia para circuitos individuales y datos de enchufe como se indica en la figura 4, el primero se puede utilizar para NILM y el segundo para ILM. Para los métodos supervisados, una buena práctica para la creación de un almacenamiento de datos se representaría por los siguientes conjuntos: (1) conjunto de entrenamiento, (2) conjunto de validación y (3) conjunto de prueba. Los nuevos datos deben incorporarse fácilmente a la base de datos para desarrollar nuevos métodos y evaluar los existentes[15].

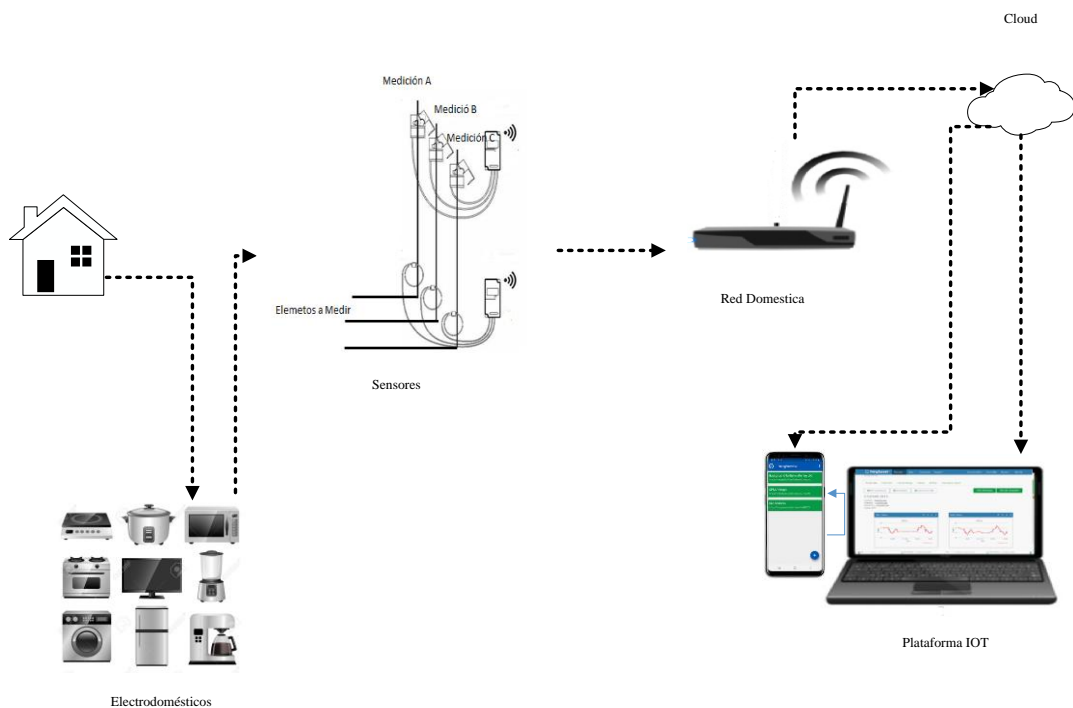


Figura 4. Arquitectura de monitoreo de consumo mediante IOT
Elaborado por: Pablo Cargua

La constante evolución de tecnología durante el siglo XXI ha permitido que la sociedad adopte una dirección de estar continuamente conectado. Dentro de esto, la representación del internet provoco un gran cambio en la vida del ser humano y en la mayoría de los casos la principal forma de comunicación. En particular avance del internet es el Internet of Things (IOT), ayudado a transformar la actual representación de comunicación entre máquina y máquina (M2M). mejorando de manera eficiente el control del consumo de energía en los diferentes componentes de alta utilidad en el la

parte residencial como nos indica en la figura 4. en hogares inteligentes cada dispositivo domestico está conectado con un módulo de adquisición datos. En otras palabras, el internet de las cosas IOT se refiere a la posibilidad interconexión de cualquier objeto cotidiano con internet y la capacidad de obtener información sobre su funcionamiento[10].

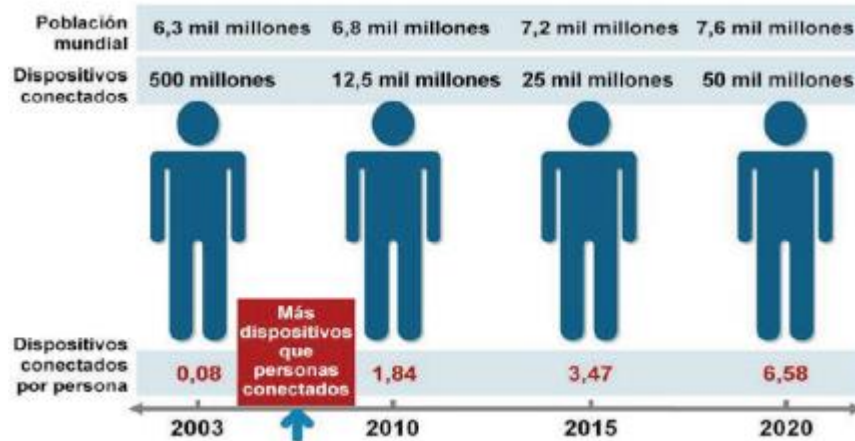


Figura 5. Relaciones de dispositivos conectados con personas

Fuente: Arquitectura IOT[1].

Este desarrollo se debe básicamente a los avances en la tecnología, destacando la accesibilidad a los sensores, procesadores además de acceso a Internet; así como el desarrollo de protocolos para la interconectividad con comunicaciones inalámbricas, en la tabla 1. Muestra sus características y arquitectura IOT [24].

Tabla 1. Características y Arquitectura IOT

Características y arquitectura IOT	
Interconectividad	Permite la compatibilidad y el acceso de forma instantánea a las bases de datos
Servicios	Proporciona servicios relacionados a objetos
Heterogeneidad	Interactuar con diferentes hardware
Cambios dinámicos	Puede variar su forma dinámica (activo, desconectado, etc.
Escalabilidad	El número de dispositivos IoT interconectados sin problema

Elaborado por: Pablo Cargua

2.5 Dispositivos de desarrollo IOT

Los dispositivos de desarrollo del internet de las cosas son completamente innovadores, integrando sensores, actuadores, y protocolos de esta forma la planificación de la adquisición de datos mediante IoT garantiza que sea fiable, actualmente van surgiendo dispositivos a gran velocidad, como consecuencia van adoptando también nuevos estándares de comunicación para realizar la transferencia de información entre

ellos, asimismo protocolos como: Wi-Fi, Bluetooth BLE, Zigbee o Z-Wave son algunos de los más utilizados[8].

Tabla 2. Tecnología inalámbrica

TECNOLOGÍA	ZIGBEE Hz	Z-WAVE MHz	Wifi GHz	BLUETOOTH GHz
Medio	Inalámbrica	Inalámbrica	Inalámbrica	Inalámbrica
Topología transporte	canal	canal	Canal /AC hoc	Canal
Topología red	Malla	Malla	Malla	Malla
Estándar	802.15.4	ITU-T G9959	802.11	802.15.1

Fuente: Aplicaciones IOT[2].

2.6 Conectividad IOT

La conectividad basada en la arquitectura básica del IoT se define como son las siguientes:

La capa de percepción: es la capa física, su función es detectar sensores y recopilar información de física o identifica otros objetos inteligentes en el entorno.

La capa de red: es responsable de conectarse a otros objetos inteligentes, dispositivos de red y servidores. de esta manera transmitir y procesar datos de sensores.

La capa de aplicación: brinda servicios específicos para el usuario.

2.7 Análisis y elección de la plataforma IOT

En términos generales la necesidad de estar constantemente conectados y poder monitorear cualquier cosa o objeto se ha convertido en un tema de auge. Actualmente las principales plataformas software que ahí actualmente se encuentran son de código abierto. Esto nos quiere decir que es un código diseñado de manera que sea accesible al público, el propósito son los beneficios prácticos que reúnen para los programadores que pueden usar escribir, modificar, distribuir el Código de esta manera poder obtener parámetros para después poder ser procesados según sea necesario de manera que permita ser un beneficio de información hacia el usuario[25].

Tabla 3. Plataformas de Código abierto

Plataforma	HW	Ámbito	Ventajas	Desventajas
Thingspeak	Arduino, Spark	Smart Home	Interfaz. App.	Documentación
	Raspberry Pi,		Integración redes	limitada a cierto
	Electronic imp	Prototipos	sociales	HW.
Carriots	Arduino,	Agricola	Integración redes	Poca
	Raspberry	Edificios,	sociales HW	
		consumidor	compatible Ámbitos	Documentación
Spark	Spark	Logística	de aplicación.	Compatibilidad
		Prototipos Smart	Ideal para enseñar.	
Electronic Imp	Electronic imp	Home, Logístico	Escalable.	HW.
	otros	Industria, Hogar	HW. Ecosistema propio. Escalable	No recomendable para iniciarse.

Fuente: Aplicaciones IOT[2]

2.8 Elementos del IOT

Los elementos que son parte del ecosistema IOT el fundamental es el Internet de este modo su interconectividad a una red de área amplia global que conecta sistemas informáticos en todo el mundo. mediante protocolos denominados esto incluye el gran ancho de banda que componen la "columna vertebral" del internet. y están conectadas a centros de internet que distribuyen datos a servidores. En segundo lugar, son los sensores o dispositivos ayudan a recopilar datos en su entorno, pueden tener varios grados de complejidad que van desde un simple sensor de monitoreo de temperatura hasta uno más completo complejo. dependiendo de la aplicación de IoT y la complejidad del sistema[25].

2.9 Protocolo TCP/IP

Las comunicaciones entre equipos de una red se realizan a través de protocolos. TCP/IP es un conjunto de protocolos que se utilizan para la transmisión de datos a través de redes informáticas IOT de este modo, reconoce las principales funcionalidades del

modelo teórico OSI. La siguiente tabla 2 .se presenta las capas que pueden ser utilizadas como envío de información a las plataformas de código abierto[10].

Tabla 4. Capas del Protocolo TCP/IP

CAPAS TC/IP	CONCEPTO	SERVICIOS
Aplicación	Incorpora aplicaciones de red estándar	HTTP, FTP, TELNET, DNS
Transporte	Entrega datos de enrutamiento, permiten conocer el estado de los datos	TCP, UDP
Internet	Proporciona el paquete de datos	IP, ARP, ICMP
Enlace de Datos	Determina la forma en la que los datos deben enrutarse, no importa el tipo de red utilizado	LLC, PPP, DHCL
Física	Transmite a través de medios físicos, que se conectan al host mediante una red Ethernet, o enlace punto a punto	ETHENET, FDDI, TOKEN RING

Fuente :Smart Home Systems [26].

2.10 Comunicación Inalámbrica Wifi

Es una red de área local inalámbrica con el estándar IEEE 802.11 a través de sus diferentes frecuencias 2,4 GHz e ISM de 5 GHz. Wi-Fi proporciona acceso a Internet a dispositivos con cobertura 20 a 40 metros aproximadamente de la fuente. La velocidad de datos es hasta 600 Mbps dependiendo de la frecuencia del canal utilizado y la cantidad de antenas.

2.11 Modulo Wemos mini D1

Es parte de la familia ESP8266 es un microcontroladores diseñado por Espressif Systems, puede desempeñar en papel de un punto de acceso, o una estación o ambos

al mismo tiempo, tiene una conexión de red a internet y actúa como puente entre la red inalámbrica y la red TCP/IP[13].

Tabla 5. Características principales Wemos Mini D1

Parámetros	Características
Velocidad	80MHZ/160 MHZ
Flash	4M bytes
tensión funcionamiento	3.3 V
Entradas y Salidas	11 -PMW-interrupciones
Entradas analógicas	Max 3.2 V
Conector	Micro USB

Fuente :Aplicaciones IOT [27].

El aporte del microcontrolador para el desarrollo de aplicaciones es poder elegir entre los lenguajes Arduino y Lúa. En este caso el entorno Arduino podremos utilizar un lenguaje IDE, de este modo hacer uso de sus librerías disponibles. El entorno Arduino es muy activa y da soporte a plataformas como el ESP8266[8].

2.12 Redes locales WLAN

Las redes inalámbricas WLAN, hace referencia para la transmisión de la información entre usuarios de una red local, estos cuentan con antenas WIFI que oscilan de entre los 10 a 100m, la velocidad de transmisión que ofrecen estas redes es de 11Mbit/s a 54Mbit/s, en la Figura 3. se muestra la comunicación entre el dispositivo ESP8266 y el router dentro de la conexión[8].

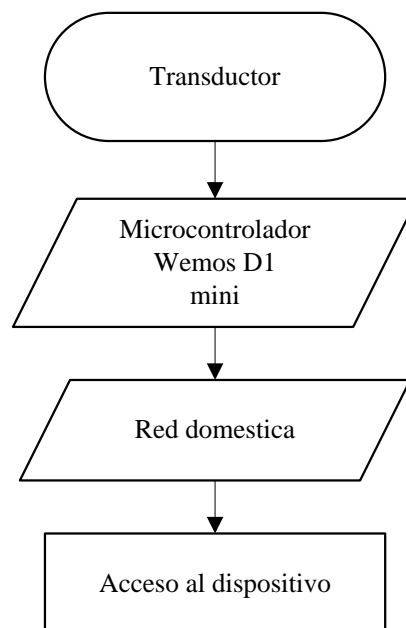


Figura 6. Descripción de comunicación del prototipo

Elaborado por: Pablo Cargua

2.13 Plataforma ThingSpeak

ThingSpeak es una de plataforma de análisis de IoT que permite agregar, visualizar y analizar flujos de datos que se encuentra en la nube. Además de analizar datos mediante ThingSpeak ® posee app que permite desde sus dispositivos de la misma forma crear visualizaciones instantáneas de datos en vivo. los análisis de Matlab® que está dentro de la plataforma ThingSpeak se realiza y ejecutar código que realiza preprocesamiento, y análisis de datos. finalmente, ThingSpeak permite crear prototipos y construir sistemas de IoT sin disponer de servidores o desarrollar software web[2].

diagrama de la figura 7 muestra el desarrollo del algoritmo asociado con la aplicación de IOT. el usuario obtiene información sobre los datos recopilados entorno de software de escritorio para permitir realizar prototipos y algoritmos que eventualmente se ejecuten en la nube o en el propio dispositivo inteligente en la tabla 7 se representa características de las plataformas, donde se muestra cómo funciona la adquisición de datos al receptor en este caso una red domestica luego esta información será enviada a la nube donde se almacena la información para posteriormente poder ser procesada por app que se encuentra como herramientas en MATLAB® y poder desarrollar el algoritmo de desagregación del consumo de energía de cada electrodoméstico

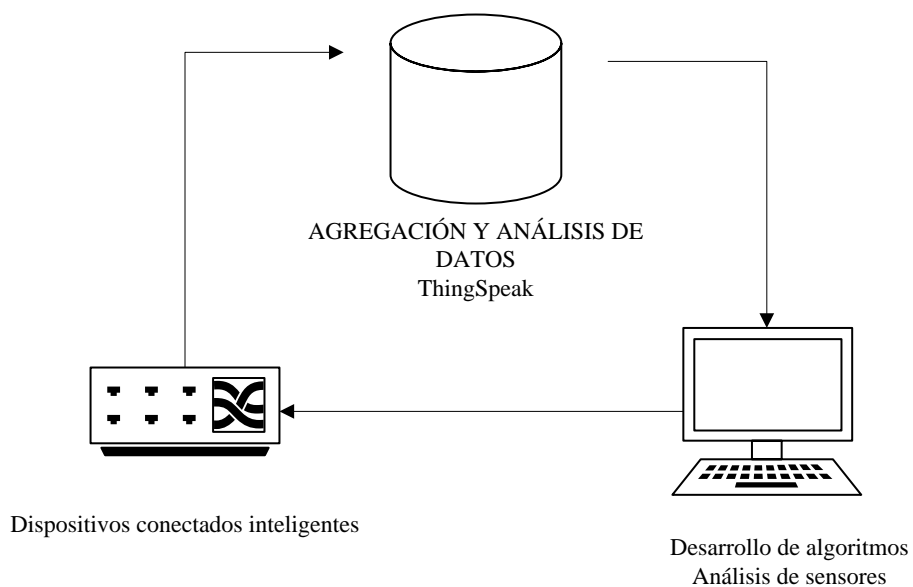


Figura 7. Función de ThingSpeak

Elaborado por: Pablo Cargua

Tabla 6. Características principales ThingSpeak

CARACTERÍSTICAS	
Configurar cuentas y canales	información sobre canales, usuarios y licencias de ThingSpeak
Escribir datos en el canal	Utilice las API REST y MQTT para actualizar canales con software o dispositivos
Leer datos del canal	Utilice las API REST y MQTT para leer canales mediante software o dispositivos
Preparar y analizar datos	Filtrar, transformar y responder a datos en MATLAB
Visualizar datos	Transforme y visualice datos en MATLAB

Elaborado por: Pablo Cargua

En la tabla 6, se representa los parámetros necesarios para recibir los datos a la plataforma Thingspeak, esto permite almacenar las varias enviadas desde cualquier sensor en cualquier lugar siempre y cuando tenga acceso a una red que permite enviar datos[10].

2.14 Sistemas de adquisición de datos

La precisión es la columna vertebral de cada medición. por estas razones es, una característica fundamental al momento de adquisición de datos. de este modo, permitirá al usuario evaluar el comportamiento de una carga eléctrica.

Es necesario medir las variables de energía eléctrica. Basándonos en los sensores de corriente y el sensor de tensión de esta forma permite tomar las señales analógicas de corriente y de voltaje [28], como consecuencia evaluar el comportamiento de una carga eléctrica (electrodoméstico). para ello, es muy indispensable la utilización de elementos tecnológicos como TC y TP que midan valores de corriente y voltaje a altas velocidades de adquisición. Es por eso por lo que este trabajo de titulación pretende demostrar y analizar de forma clara e integra las curvas que se obtendrá mediante la aplicación de programación gráfica al momento de las mediciones.

2.15 Transformador de corriente (TC)

La detección del flujo de corriente variable es un requisito importante en los sistemas IoT. De esta manera el sensor es una unidad que puede determinar un fenómeno físico y la demostración medible es una escala o rango particular. es un dispositivo que reconoce la corriente eléctrica en un cable o un sistema, ya sea alta o baja, y crea un indicador relativo a ella. luego, podría usarse para presentar la corriente medida clasificación adicional en un sistema de adquisición de datos[6].

Tabla 7. Comparación de tecnología para censado de corriente

TIPO DE TC	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Resistivo shunt	bajo costo y buena linealidad y medición	Altas corrientes pobre respuesta
transformador de corriente	Etapa de potencia y etapa de control	Susceptible a campos magnéticos externos
sensor de efecto Hall	buen desempeño ante altas corrientes, amplio rango	Alto costo y vulnerable a cambios de temperatura
Bobina de Rogowski	bajo costo no tiene límite de saturación, bajo consumo de potencia	Sensible a interferencias electromagnéticas

Elaborado por: Pablo Cargua

2.16 Transformadores de potencia (TP)

El transformador de tensión tiene como objetivo medir voltaje que tiene el sistema, convirtiendo la energía alterna de un determinado nivel de tensión a uno de uso adecuado, además que esto permite no se requiere tener contacto con la red de 120V, Los transformadores de voltaje pueden venir de diferentes niveles de tensiones. Si se presenta mediciones equivocadas se realizará una corrección de fase mediante software para tener una elevada precisión en la medición del consumo de energía[29].

2.17 Medición de variables eléctricas utilizando señales digitales

En este estudio se utilizó una programación de señal digital, de este modo podemos calcular la potencia a través de la recolección de datos en este caso voltaje y corriente, al usar medidores convencionales y equipos electrónicos se determinará la diferencia

expresada en las lecturas de la señal de onda no sinusoidal como se expresa en la figura 6.

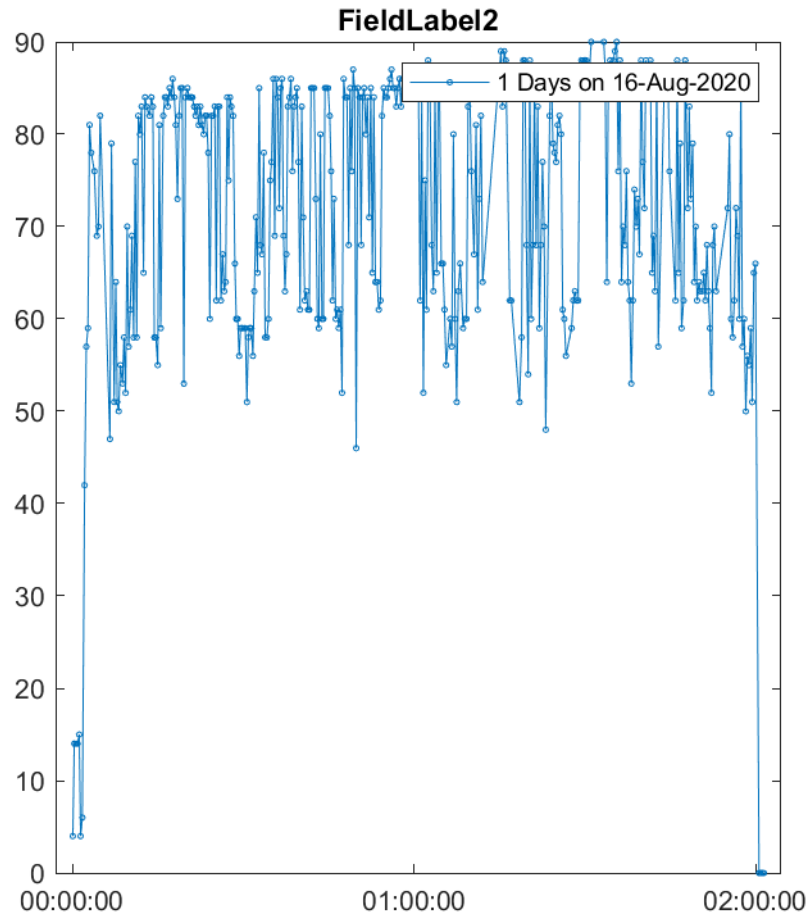


Figura 8. Análisis para el cálculo de los valores rms
Fuente : Mediciones digitales [30]

2.18 Cálculo de la Potencia

Dados los vectores [V] e [I] se incorporan las señales $v(t)$ e $i(t)$, de este modo la potencia está dada por la ecuación 1

$$p(t) = v(t) \cdot i(t) \quad (1)$$

O digitalmente

$$p[t] = [v][i] \quad (2)$$

Para la señal de tensión y corriente no senoidales, la potencia instantánea es igual a la ecuación 3

$$p(t) = v(t) \cdot i(t) \quad (3)$$

Donde

$$P = \frac{1}{T} \int_0^T v(t) \cdot i(t) \cdot dt \quad (4)$$

Es representación de los sistemas digitales el cálculo de la potencia se deducirá a partir de la siguiente ecuación, sin importar el número de armónicos contenidos en las señales de voltaje y corriente [30].

$$P_{activo} = \frac{\sum N[v][i]}{N} \quad (5)$$

Donde

N : es el número de muestras

P_{activa} : Potencia activa

V : voltaje del sensor [V]

I : corriente del sensor [A]

CAPÍTULO III

DESARROLLO DEL SISTEMA PROPUESTO

3.1 Arquitectura general del sistema de monitoreo

El desarrollo de adquisición de datos se obtiene desde los sensores TP, TC, permiten obtener datos de corriente y voltaje, de esta forma se conectan a las entradas analógicas del Arduino mega y posteriormente a la tarjeta de desarrollo IoT de esta manera comunicarnos a una red doméstica y enviar datos a la plataforma ThingSpeak como se representa en la figura 7.

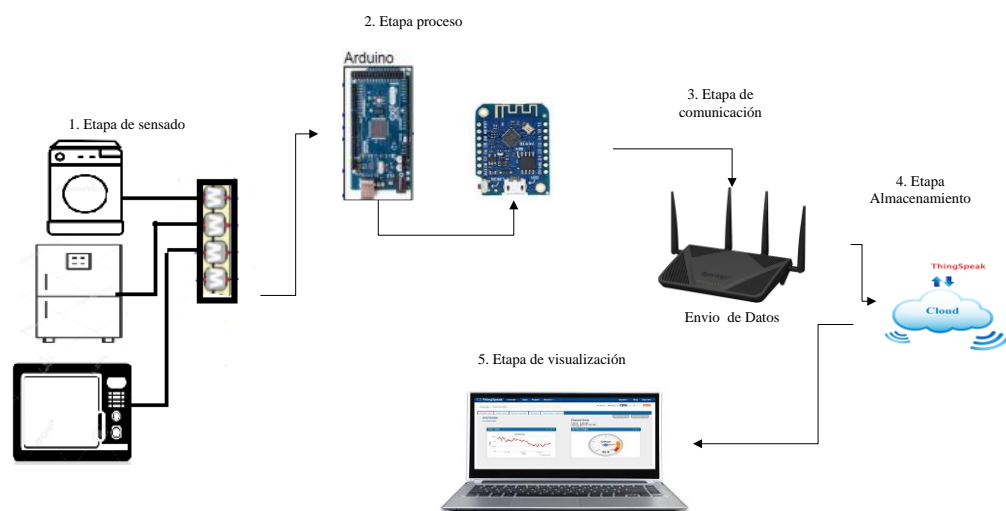


Figura 9. Arquitectura general del sistema de monitoreo

Elaborado por: Pablo Cargua

3.2 Modulo sensor de corriente

El sensor de tipo SCT-013-100 con características cuyo funcionamiento es medir una corriente de hasta de 100 [A]. tiene a salida de 50 [mA] esto es la proporción entonces es de $100[A]/50 [mA]$. de esta manera para conectar la pinza amperimétrica mediante un divisor de corriente. De este modo permitirá realizar lecturas con las entradas analógicas disponibles en el Arduino. Por último, pasamos al código. la librería EmonLib que es la encargada de calcular la corriente leída a través de la entrada analógica del Arduino. Obtenemos el dato de intensidad que almacenamos en una variable [6].

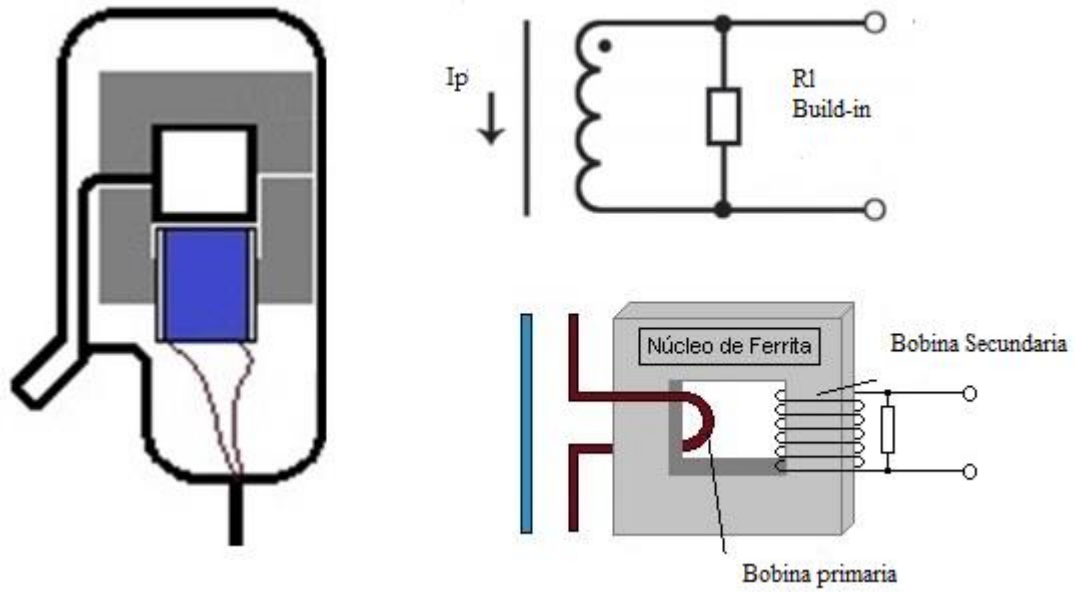


Figura 10. Sensor corriente SCT-013-100

Elaborado por: Pablo Cargua

el circuito acondicionador, permite el acondicionamiento de la señal entregada por el sensor SCT-103-100 como se indica en la figura 11.

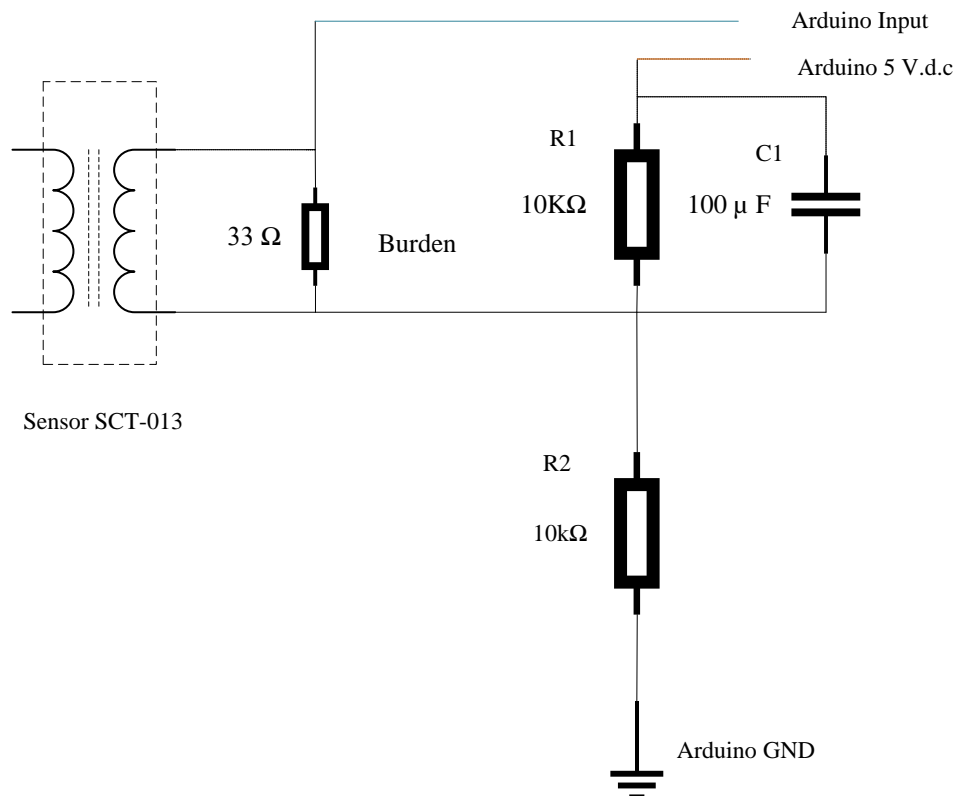


Figura 11. Diagrama electrónico del circuito de acondicionamiento.

Elaborado por: Pablo Cargua

3.3 Sensor de voltaje

La calibración del sensor Transformador de voltaje AC-ZMPT101B en el contexto de esta investigación significa el marcado o escalado del sensor de voltaje para que pueda presentar el voltaje de muestreo con precisión de la salida del ADC usando el algoritmo apropiado. El voltaje de entrada pico-pico. se utiliza para recibir la conversión ADC. el método instantáneo para mediciones de voltaje por encima de 50 VCA, lo cual es muy bueno para mediciones en servicios públicos. Por lo tanto, el método de calibración propuesto facilitará una computación de voltaje y potencia más precisa para investigadores y diseñadores, especialmente en el monitoreo de carga donde el voltaje aplicado es de 240 V o 120 V.



Figura 12. Sensor voltaje C- ZMPT101B
Fuente: Aplicaciones IOT[18].

3.3 Etapa de proceso de señales

Dado que el sistema necesita un monitoreo continuo, tiene la función de procesar inmediatamente la información obtenida de recopilar datos durante tiempo programado en este caso ciclo de trabajo de cada electrodoméstico, para enviarlos nuevamente a las tarjetas de desarrollo IOT. el proceso de programación se da inicio con el microprocesador arduino mega 2560, esta placa de desarrollo de código abierto permite obtener los datos de los sensores de corriente, voltaje llamados TC, TP de este modo mediante el algoritmo de control presentado de la figura 13. indica la manera como enviar datos a la tarjeta de desarrollo en este caso Wemos D1, Node MCU, la información obtenida utilizando el protocolo serial permite que los datos sean más fluidos, además de utilizar sensores de efecto no invasivo y librerías en un tiempo determinado.

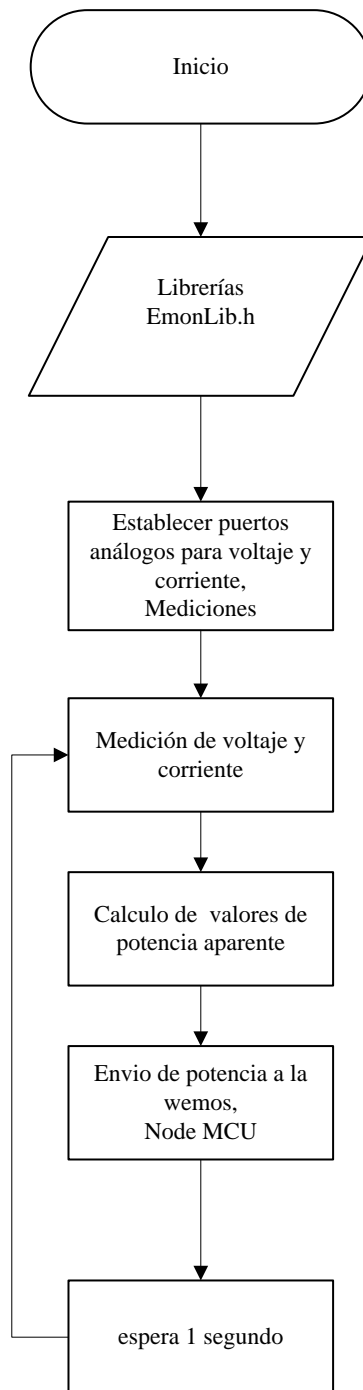


Figura 13. Algoritmo de control del proceso de obtención de datos y envío con arduino

Elaborado por: Pablo Cargua

3.4 Etapa de comunicación

Con las tarjetas Wemos D1 Mini y Node MCU que son tarjetas de desarrollo IOT. el algoritmo indicado en la figura permite la comunicación con la plataforma ThingSpeak, en la cual se podrá observar la cantidad de potencia que consume la carga eléctrica durante el tiempo que está siendo monitoreado. La representación de

diagrama de flujo de la figura 12. define claramente los pasos de diseño reales para el sistema monitoreo del consumo de energía, una vez que el dispositivo esté encendido, todos los componentes se inicializarán. El sistema verificará que la interfaz de conectividad esté en buenas condiciones de funcionamiento. Si la interfaz de conectividad funciona correctamente, el módulo WI-FI de IoT ESP8266 verifica continuamente la disponibilidad de la conexión a Internet para transferir el estado del medidor de forma inalámbrica al servidor ThingSpeak. Cuando la conexión a Internet disponible coincide con la conexión predeterminada en ese momento, el módulo WI-FI está listo para recibir la lectura del medidor del sistema y transferir el estado del medidor al servidor. Si la conexión a Internet no coincide, vuelva a intentarlo. Después de conectar el módulo WI-FI, la notificación continua se generará en la aplicación que está instalada en el teléfono celular de la persona autorizada o en su PC.

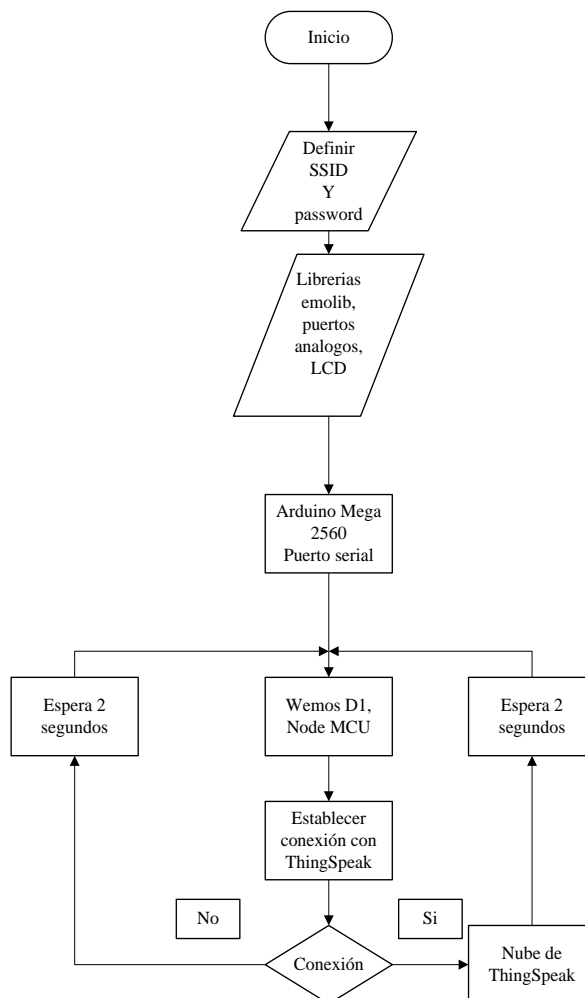


Figura 14. Algoritmo de comunicación y envío de datos desde los dispositivos de IoT

Elaborado por: Pablo Cargua

3.5 Potencia Activa

El cálculo de la variable de potencia se adquiere mediante variables eléctricas tomadas por los traductores y mediante el análisis de algoritmo presentado la ecuación 4. de este modo el cálculo de potencia activa se puede calcular a partir de la adquirir datos de los sensores se considera como el producto entre corriente y voltaje. Esto se realiza con la siguiente ecuación es utilizada para sistemas digitales.

$$P_{activo} = \frac{\sum_N [v][i]}{N} \quad (5)$$

3.5 Manejo de la plataforma ThingSpeak

La plataforma ThingSpeak obtiene recopilación de los parámetros enviados desde el prototipo, permitiendo mediante sus campos poder obtener la gráfica de consumo de potencia de cada electrodoméstico medido. Los canales tienen como función almacenar la información necesaria para posteriormente, esto se podrá representar visualmente para poder mostrar los datos en pocos instantes, ya que cada 15 segundos. La aplicación mencionada tiene API que permite transmitir y almacenar los datos mediante el protocolo HTTP de este modo puede ser público y privado además nos permite crear y eliminar los datos de los canales. A su vez, al pertenecer a Mathworks, esto nos permite realizar análisis de datos de mayor tamaño.



Figura 15. Plataforma ThingSpeak

Fuente: Desarrollo de plataformas Código abierto[31]

Para realizar el presente estudio lo dividimos en varios canales para cada electrodoméstico canal respectivo, en este caso la versión gratuita permite hasta cuatro canales de monitoreo, la configuración de la red está conformada por un solo nodo que

nos brindará la lectura del sensor dentro del hogar para el monitoreo del electrodoméstico. Le objetivo es obtener características de consumo con el envío de información recolectadas por cada medición y enviarle a cada canal correspondiente.

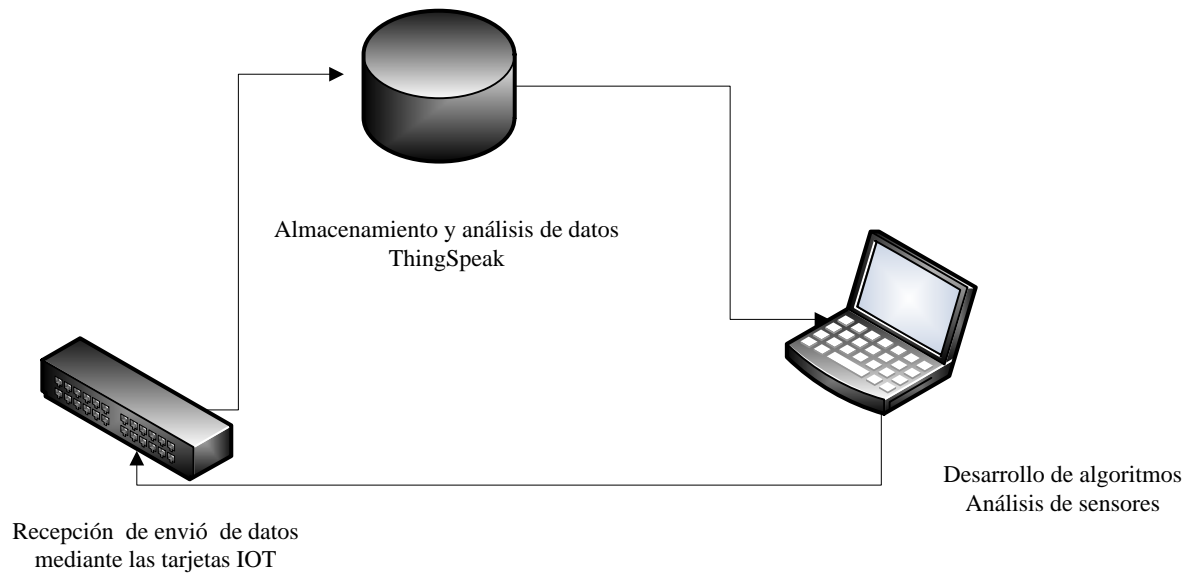


Figura 16. Arquitectura para una red IOT

Fuente: Desarrollo de plataformas Código abierto[31]

My Channels

New Channel

Search by tag

Name	Created	Updated
secadora de cabello Private Public Settings Sharing API Keys Data Import / Export	2020-08-12	2020-08-14 20:32
microondas Private Public Settings Sharing API Keys Data Import / Export	2020-08-12	2020-08-14 20:54
refrigeradora Private Public Settings Sharing API Keys Data Import / Export	2020-08-12	2020-08-14 22:12
lavadora Private Public Settings Sharing API Keys Data Import / Export	2020-08-13	2020-08-13 08:24

Figura 17. Presentación de canales de estudio

Elaborado por: Pablo Cargua

Al momento de crear un canal y enviar información se genera identificación con una llave API que permite poder tener enlace con la programación de IDE. A continuación, se mostrará donde se debe ubicar la identificación del canal y API como se indica en la figura 17. nos indica los parámetros que tenemos que tomar encuentra para el enlace.

Channel Settings

Percentage complete 50%

Channel ID 1116015

Name

Description

Field 1

Field 2

Field 3

Field 4

Field 5

Field 6

Field 7

Field 8

Figura 18. Configuración de canales de visualización

Elaborado por: Pablo Cargua

Channel ID: **1116015** | proyecto iot

Author: mwa0000019182072

Access: Public

Private View Public View **Channel Settings** Sharing API Keys

Write API Key

Key

[Generate New Write API Key](#)

Figura 19. A) Usuario B) Configuración C) API KEY de enlace

Elaborado por: Pablo Cargua

3.6 Presentación de datos mediante la plataforma ThingSpeak

Al momento que ya esté conectado el prototipo y se eligió el tipo el electrodoméstico a medir en la plataforma de ThingSpeak nos permite visualizar los datos enviados mediante la comunicación WIFI, estos datos se representan como se indica en la figura 20. De esto modo se puede visualizar en tiempo real el consumo, cabe recalcar que el tiempo de actualizar el dato tiempo de demora según de la red de conexión, en este caso es 12.



Figura 20. Presentación de resultados en la plataforma ThingSpeak

Elaborado por: Pablo Cargua

Además, la plataforma presenta una plataforma muy amigable la cual nos permite interactuar con MATLAB® de este modo realizar estudios más a fondo un ejemplo es la presentación indicada en la figura 20 donde podemos visualizar la curva característica de un ejemplo de medida.

3.7 Aplicación de ThingSpeak

La plataforma ThingSpeak presenta su app donde se puede tener la información en cualquier parte, a diferencia de la que se representa en la plataforma, esta app es más amigable esto se puede ver en la figura 15.

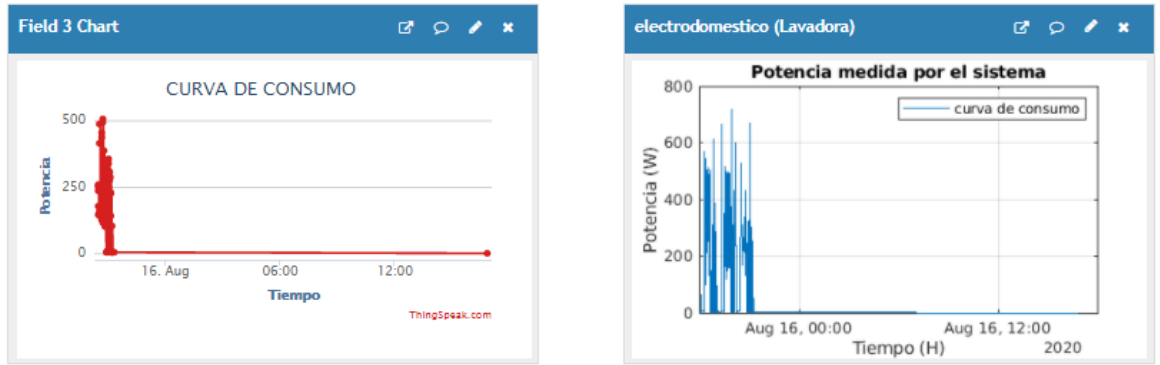


Figura 21. Presentación de resultados en la aplicación ThingSpeak

Elaborado por: Pablo Cargua

Además, la plataforma presenta una plataforma muy amigable la cual nos permite interactuar con MATLAB® de este modo realizar estudios más a fondo un ejemplo es la presentación indicada en la figura 22 donde podemos visualizar la curva característica de un ejemplo de medida.

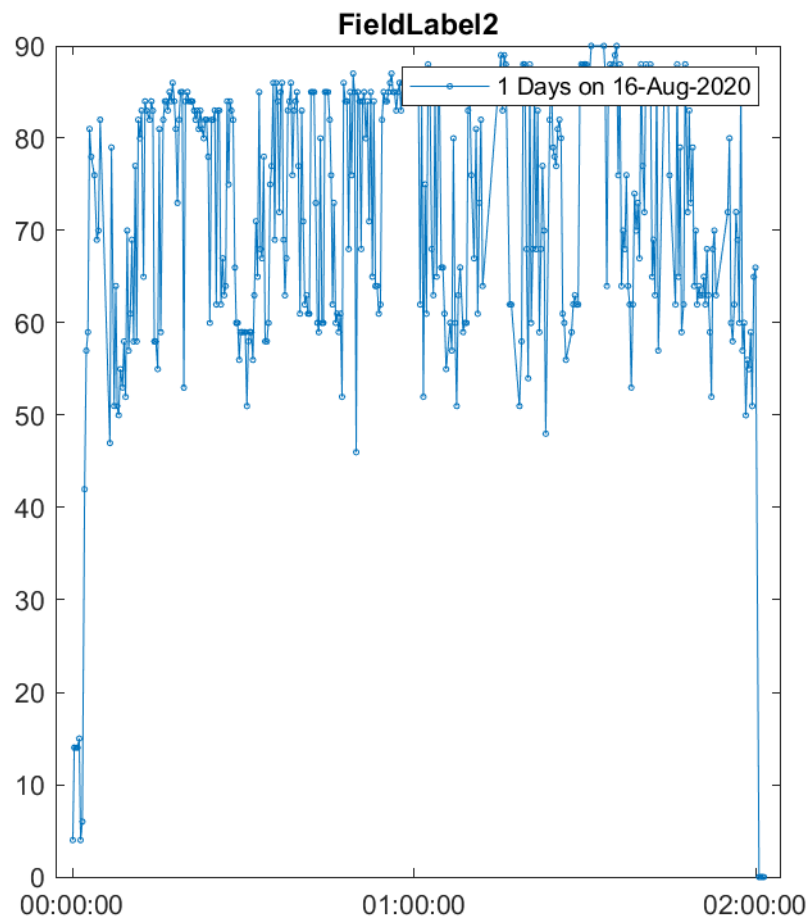


Figura 22. Presentación de datos en Matlab

Elaborado por: Pablo Cargua

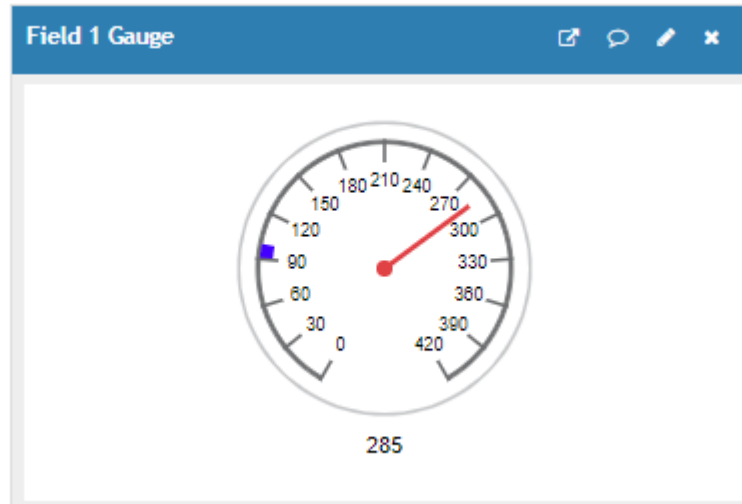


Figura 23. Presentación de Widget para medir la Potencia

Elaborado por: Pablo Cargua

CAPÍTULO IV

PRUEBAS Y ANALISIS DE RESULTADOS

4.1 Datos registrados cada 12 segundos

En el prototipo muestra los perfiles de consumo energético de los diferentes casos disponen cada uno de los receptores de la vivienda. El software utilizado, registra los datos de consumo cada 12 segundos. De esta forma, se puede conocer el comportamiento de cada uno de los receptores, así como su correspondiente consumo energético. A continuación, se muestran los perfiles de consumo de los diferentes programas de los principales receptores en el hogar. Además, se muestra el perfil de consumo de otros receptores según los ensayos realizados.

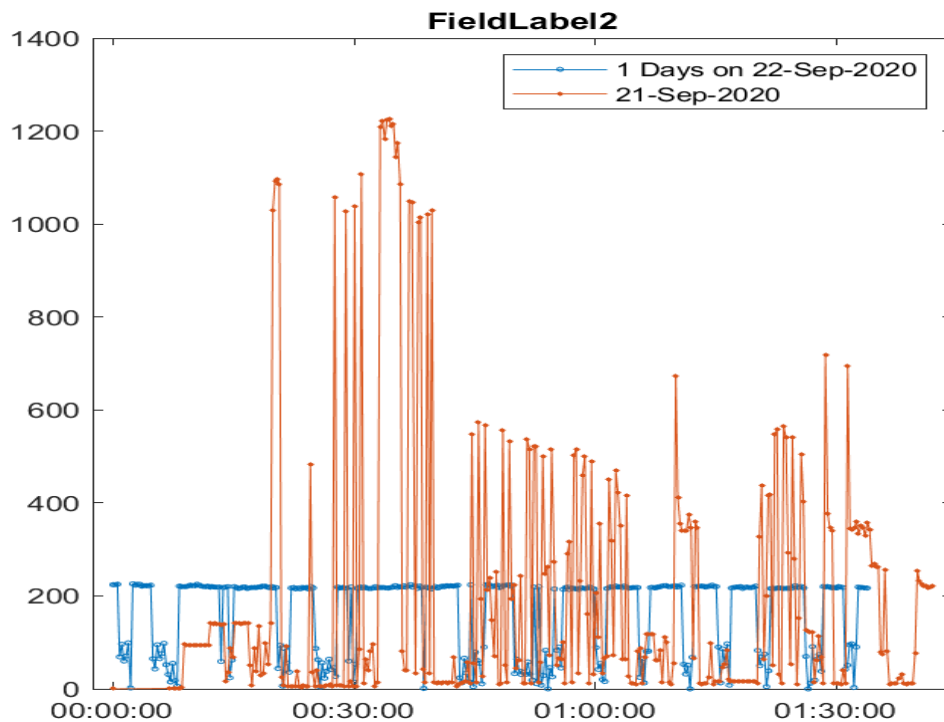


Figura 24. Curva característica de cada elemento aplicando NILM
Elaborado por: Pablo Cargua

El ensayo del microondas se basa en calentar un recipiente con agua a un tiempo de 2.5 segundos el tiempo que se demora en hervir. Además, el consumo energético de cada ensayo y la duración de algunos, se obtienen de los datos registrados por la plataforma ThingSpeak además los registros de máxima potencia y mínima potencia son tomados desde aplicación. Por otro lado, los datos tomados de la lavadora esta tomado en ciclo de lavado regular

4.2 Análisis de los resultados obtenidos aplicando el método NILM

Se describe el estudio de cada electrodoméstico mediante la obtención de datos enviado desde el prototipo y realizando el estudio de curva característica de cada dispositivo mediante el IOT, estas graficas se representan en sus ejes y la potencia en vatios de potencia activa [W], Y en el eje X se representa el tiempo de su ciclo de trabajo [tiempo].

4.3 Caso 1

El Refrigeradora es el electrodoméstico con mayor consumo anual en los hogares. Según el IDAE, aproximadamente, representa el 20% del consumo total. Por tanto, es obvia la necesidad de medir el consumo de este electrodoméstico[32] en la siguiente

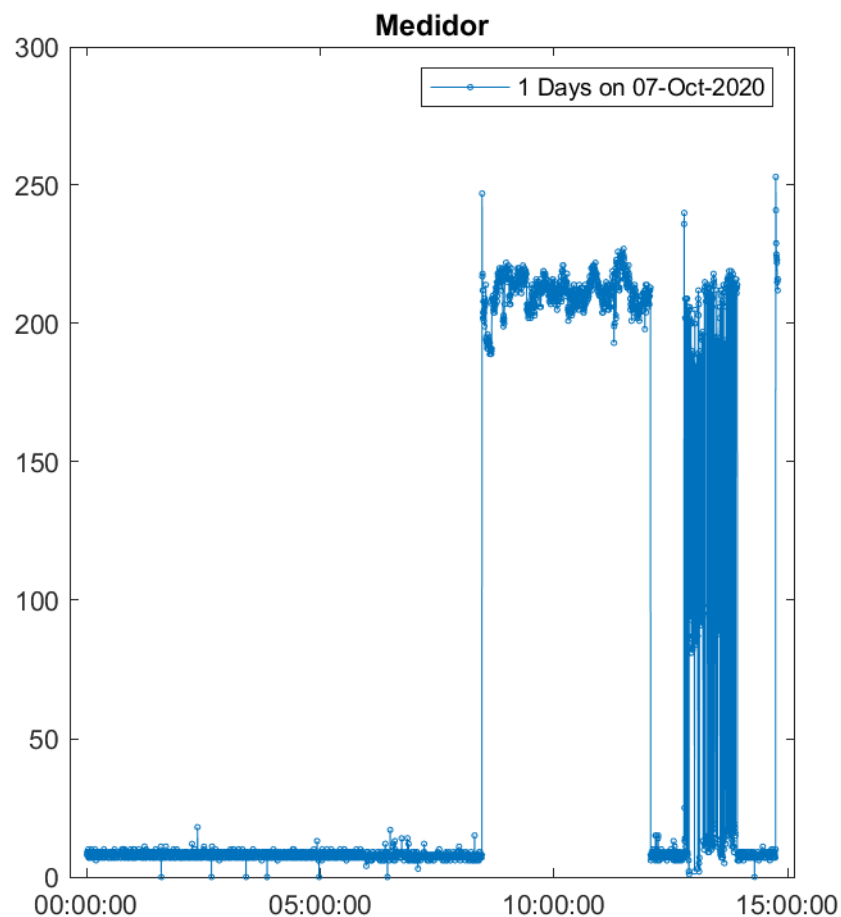


Figura 25. Curva Característica de la refrigeradora tiempo de monitoreo 24 horas

Elaborado por: Pablo Cargua

Tabla 8. Consumo de la refrigeradora

Programa	Tiempo (H)	Potencia Media (W)	Potencia máxima (W)
Nevera en el día	4	208	253

Elaborado por: Pablo Cargua

4.4 Caso 2

Según el IDAE, la lavadora representa, aproximadamente, un 7 % del consumo total de electrodomésticos [22] Por tanto, en la siguiente figura 18. se presenta el análisis la curva característica de la lavadora

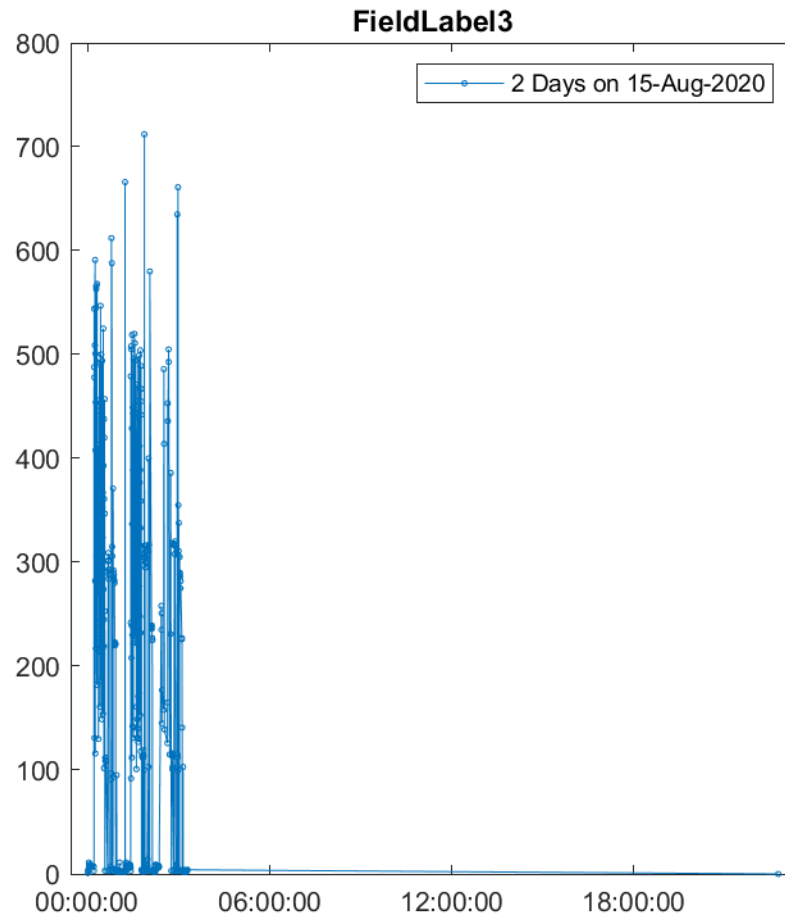


Figura 26. Curva características lavadoras.

Elaborado por: Pablo Cargua

Tabla 9. Consumo de la lavadora

Programa	Tiempo (H)	Potencia Máxima (W)
Ciclo en el día	1.30	771

Elaborado por: Pablo Cargua

4.5 Caso 3

Según el IDAE, la secadora representa, aproximadamente, un 2% del consumo total del correspondiente a los electrodomésticos. [22] Por este motivo, en la siguiente figura 24. se presenta el análisis la curva característica de la secadora de cabello, electrodoméstico muy usual en el ambiente residencial

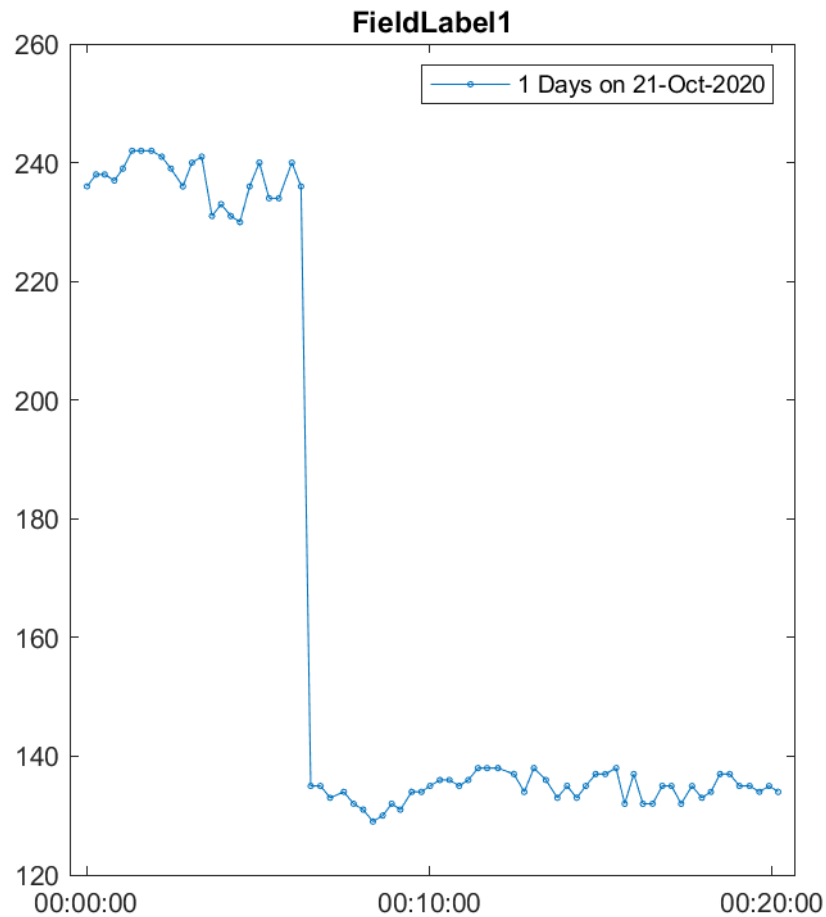


Figura 27. Curva característica secadora

Elaborado por: Pablo Cargua

Tabla 10. Consumo de la secadora

Programa	Tiempo (H)	Potencia (W)
Algodón	1.30	243

Elaborado por: Pablo Cargua

4.6 Caso 4

Sucede lo mismo que con la Microondas. Se trata de un electrodoméstico que tiene periodos de consumo muy breves, pero con una elevada potencia. Por tanto, en la siguiente figura 20. se presenta el análisis la curva característica de la Microondas

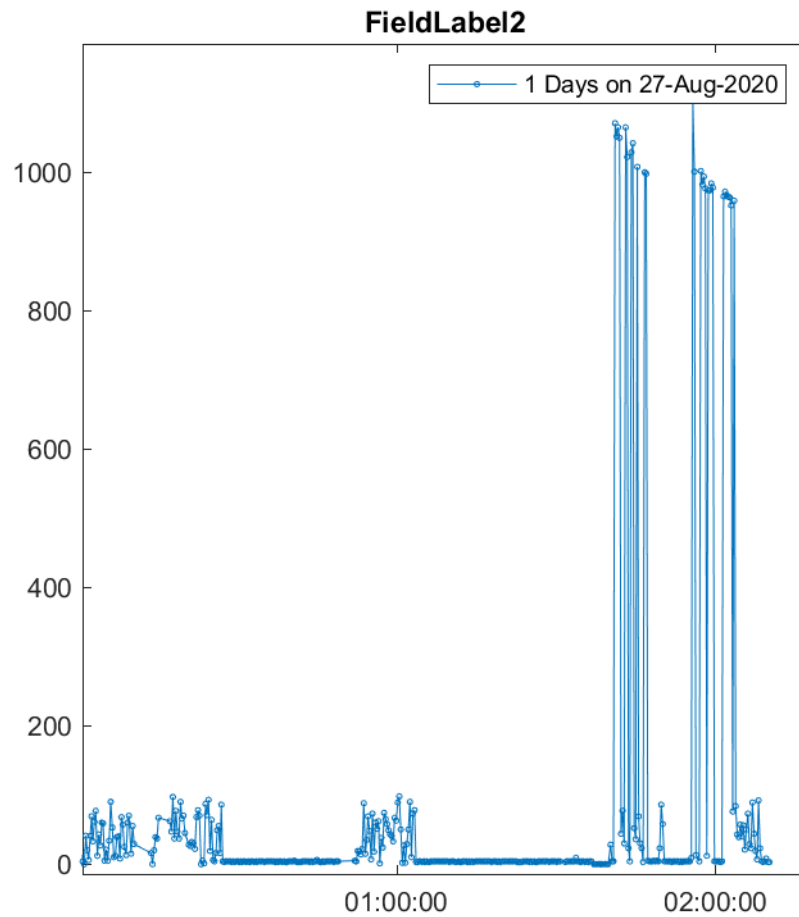


Figura 28. Curva característica del microondas

Elaborado por: Pablo Cargua

Tabla 11. Consumo del microondas

Programa	Tiempo (Min)	Potencia (W)
Algodón	5	1030

Elaborado por: Pablo Cargua

4.5 Caso 4

La plancha El IDAE incluye a este electrodoméstico en la categoría “otros equipos”, los cuales representan el 2,2% del consumo total [22]. Sin embargo, el elevado uso que se hace en el hogar analizado y la gran potencia consumida durante sus ciclos de trabajo

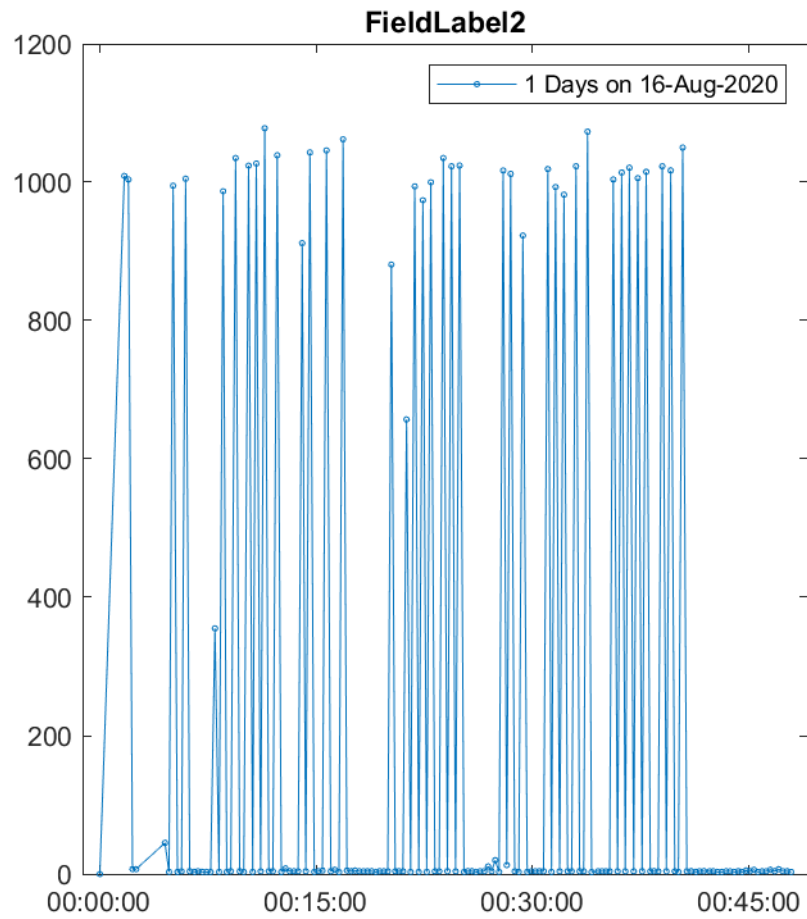


Figura 29. Curva característica de la plancha

Elaborado por: Pablo Cargua

Tabla 12. Consumo de plancha

Programa	Tiempo (H)	Potencia (W)
Algodón	4	1055

Elaborado por: Pablo Cargua

CAPITULO V

COSTOS

5.1 Plantilla de materiales

Los materiales presentados corresponden a la totalidad de elementos utilizados en el diseño y construcción del prototipo de acuerdo con el proyecto y la arquitectura de IOT

Tabla 13. Materiales del proyecto

Cantidad	Descripción	Función
3	Borneras	alimentación 5v, conector a sensores
1	arduino Mega Genérico 2560	procesador
1	Wemos D1mini	tarjeta IOT
1	sensor SCT-013-100	sensor de corriente
1	Sensor ZMPT101 B	sensor de voltaje
9	resistencias 330 ohmios	calibración de sensores
1	Trimmer	regulador de pantalla LCD
1	Capacitor 0.001 uf	reguladores de armónicos
1	Capacitor 100 uf	reguladores de armónicos
1	Jack banana mediana	medir el voltaje
1	LCD	visualizador de parámetros eléctricos

Elaborado por: Pablo Cargua

5.2 Presupuesto referencial

En función a las necesidades mostradas el presupuesto para realizar este tipo de proyecto cuya característica principal es poder realizar un medidor inteligente de bajo costo con funciones que permitan la obtención de datos en tiempo real, se presenta en la tabla 14.

Tabla 14. Resumen de presupuesto referencial

RESUMEN	COSTO
INGENIERÍA DE DISEÑO	\$50,00
MATERIALES	\$100,00
APLICACIÓN IOT	\$45,00
ACCESORIOS	\$10,00
TOTAL, REFENCIAL	\$205,00

Elaborado por: Pablo Cargua

CONCLUSIONES

Este estudio deja en evidencia la necesidad de realizar un análisis y sistemático del consumo de energía eléctrica dentro del hogar. Debido al desconocimiento de los usuarios sobre las condiciones de contratación de los suministros energéticos y sobre el funcionamiento de los diferentes receptores que consumen energía en las viviendas es un hecho.

Los resultados mostrados se obtenidos aportes interesantes, mostrando modelos de características de comportamiento de potencia de cada electrodomésticos mediante la desagregación de la energía.

Finalmente, el análisis con la plataforma IoT surge como una alternativa para facilitar la recolección de datos para buscar aportes nuevas capacidades informáticas para describir el comportamiento del consumo de energía

El método NILM es un método que permitirá poder obtener parámetros eléctricos sin realizar grandes gastos, pero con un gran potencial en sistema de aprendizaje para poder hallar patrones de consumo que nos permita reducir el consumo eléctrico y reducir el impacto ambiental

RECOMENDACIONES

Al analizar el comportamiento de los módulos con chip ESP se recomienda distancias no superiores a 10 metros además una inspección de la instalación eléctrica dentro del hogar.

Para una interconectividad con el usuario se recomienda utilizar la versión pagada ThingSpeak, para volver más dinámica la página web, permitiendo lograr que la página se actualice con mayor fluidez. además de respaldar información y así evitar pérdidas, es recomendable utilizar una memoria o dispositivos de almacenamiento

REFERENCIAS

- [1] Cobos, “Diseño e implementación de una arquitectura IoT basada en tecnologías Open Source.,” p. 133, 2016.
- [2] R. Ochoa, “Módulo Esp8266 Y Sus Aplicaciones En El Internet De Las Cosas,” *Rev. Ing. Eléctrica Rev. Ing. Eléctrica*, vol. 1, no. 2, pp. 24–36, 2017.
- [3] R. Khan, S. U. Khan, R. Zaheer, and S. Khan, “Future internet: The internet of things architecture, possible applications and key challenges,” *Proc. - 10th Int. Conf. Front. Inf. Technol. FIT 2012*, pp. 257–260, 2012, doi: 10.1109/FIT.2012.53.
- [4] A. Zoha, A. Gluhak, M. A. Imran, and S. Rajasegarar, “Non-intrusive Load Monitoring approaches for disaggregated energy sensing: A survey,” *Sensors (Switzerland)*, vol. 12, no. 12, pp. 16838–16866, 2012, doi: 10.3390/s121216838.
- [5] M. Ruiz and E. M. Garcia Torres, “Interoperabilidad entre Medidores Inteligentes de Energía Eléctrica Residencial,” Universidad Politecnica Salesiana, 2015.
- [6] J. A. Rumipamba, “Smart Electric Energy Meter using Raspberry Pi Electronic Board Medidor Inteligente de Energía Eléctrica utilizando la Tarjeta Electrónica Raspberry Pi,” no. 14. pp. 131–139, 2018.
- [7] D. Brunelli and L. Tamburini, “Residential load scheduling for energy cost minimization,” *ENERGYCON 2014 - IEEE Int. Energy Conf.*, pp. 675–682, 2014, doi: 10.1109/ENERGYCON.2014.6850499.
- [8] R. Johari, “IOT based Electrical Device Surveillance and Control System,” *Proc. - 2019 4th Int. Conf. Internet Things Smart Innov. Usages, IoT-SIU 2019*, pp. 1–5, 2019, doi: 10.1109/IoT-SIU.2019.8777342.
- [9] S. Barker, S. Kalra, D. Irwin, and P. Shenoy, “Empirical Characterization and Modeling of Electrical Loads in Smart Homes,” 2013.
- [10] S. Yıldız and M. Burunkaya, “Web Based Smart Meter for General Purpose Smart Home Systems with ESP8266,” *3rd Int. Symp. Multidiscip. Stud. Innov. Technol. ISMSIT 2019 - Proc.*, 2019, doi: 10.1109/ISMSIT.2019.8932931.
- [11] E. arcos López and G. T. E. Marcelo, “Estrategias de eficiencia energética en usuarios residenciales /,” Universidad Politecnica Salesiana, 2016.
- [12] M. Shahidehpour, H. Yamin, and Z. Li, *Market Operations in Electric Power Systems : Forecasting, Scheduling, and Risk Management*, vol. 9. 2002.
- [13] C. Vela Merchán, D. A. Ortiz Rangel, and I. Electronico, “Diseño e implementación de un sistema basado en el internet de las cosas para monitorear el consumo energético por medio de un aplicativo móvil,” *instname:Universidad Santo Tomás*. 2018.
- [14] D. Chen, D. Irwin, and P. Shenoy, “SmartSim: A device-accurate smart home simulator for energy analytics,” *2016 IEEE International Conference on Smart Grid Communications, SmartGridComm 2016*. pp. 686–692, 2016, doi: 10.1109/SmartGridComm.2016.7778841.
- [15] A. Zoha, A. Gluhak, and M. A. Imran, “Enfoques de monitoreo de carga no intrusiva para la detección de energía desglosada: una encuesta,” no. 11m, pp. 16838–16866, 2012.
- [16] P. G. Donato, I. Carugati, and M. Funes, “Desagregación no intrusiva de consumos eléctricos en redes eléctricas inteligentes,” pp. 3–5, 2020.
- [17] D. A. Gonz, “Desagregación del consumo energético en un hogar inteligente: estado del arte y aplicación a datos reales.,” 2018.
- [18] L. Rosales, “Diseño e Implementación de un Parqueo Inteligente Utilizando Arduino Yun basado en Internet de las cosas (IoT),” p. 86, 2016.
- [19] D. Brunelli and T. Departamento, “Programación de carga residencial para minimizar costos de energía.” pp. 675–682, 2014.

- [20] A. M. Ahmadvand, S. F. Ghaderi, and H. R. Boustanpour, "The analysis of residential energy consumption in Iran using system dynamic," *ICCMS 2010 - 2010 Int. Conf. Comput. Model. Simul.*, vol. 3, pp. 290–294, 2010, doi: 10.1109/ICCMS.2010.431.
- [21] Hernández, A. Ruano, J. Ureña, M. G. Ruano, and J. J. Garcia, "Applications of NILM Techniques to Energy Management and Assisted Living," *IFAC-PapersOnLine*, vol. 52, no. 11, pp. 164–171, 2019, doi: 10.1016/j.ifacol.2019.09.135.
- [22] L. Approach, "Intrusive and Non-Intrusive Load Monitoring (A Survey)," *Lat. Am. J. Comput. Lajc*, vol. 2, no. 1, pp. 45–53, 2015.
- [23] M. Nardello, M. Rossi, and D. Brunelli, "A low-cost smart sensor for non intrusive load monitoring applications," *IEEE Int. Symp. Ind. Electron.*, pp. 1362–1368, 2017, doi: 10.1109/ISIE.2017.8001444.
- [24] W. T. Hartman, A. Hansen, E. Vasquez, S. El-Tawab, and K. Altaii, "Energy monitoring and control using Internet of Things (IoT) system," *2018 Syst. Inf. Eng. Des. Symp. SIEDS 2018*, pp. 13–18, 2018, doi: 10.1109/SIEDS.2018.8374723.
- [25] C. Tuqueres, "Evaluación De Tecnologías Inalámbricas En Redes De Área Doméstica Para Obtener La Curva Característica De Carga En Edificios Inteligentes.," pp. 1–47, 2019.
- [26] M. S. Mahamud, M. S. R. Zishan, S. I. Ahmad, A. R. Rahman, M. Hasan, and M. L. Rahman, "Domicile-An IoT based smart home automation system," *1st Int. Conf. Robot. Electr. Signal Process. Tech. ICREST 2019*, pp. 493–497, 2019, doi: 10.1109/ICREST.2019.8644349.
- [27] "WeMos D1 mini ESP8266 | AV Electronics." [Online]. Available: <https://avelectronics.cc/producto/wemos-d1-mini-esp8266/>. [Accessed: 16-Aug-2020].
- [28] P. Vaca Romo and E. M. Garcia Torres, "Diseño E Implementacion De Un Sistema De Monitoreo Inalambrico Para Transmision De Datos De Un Grupo Electrogeno a Una Pc," Universidad Politecnica Salesiana, 2009.
- [29] E. Garcia Torres, "Interoperabilidad Entre Medidores Inteligentes De Energía Eléctrica Residencial Para El Dmq Bajo Las Normas Ansi," Universidad Politecnica Salesiana, 2015.
- [30] E. Calle, "Medición De Variables Eléctricas Utilizando Señales Digitalizadas," *Sci. Tech.*, vol. X, no. 24, pp. 37–41, 2004, doi: 10.22517/23447214.7295.
- [31] I. N. G. Jaime, R. Michilena, S. Electrónico, C. O. N. Aplicación, J. R. Michilena, and E. D. Pujota, "ESCALA DE LABORATORIO "," 2016.
- [32] A. Gargallo Tatay, "Medición Y Análisis Del Consumo Energético De Energía Eléctrica En Los Receptores Domésticos En Condiciones Reales De Funcionamiento: Aplicación a Una Vivienda Unifamiliar," 2017.

ANEXOS

Anexo 1. Prototipo de medición IOT

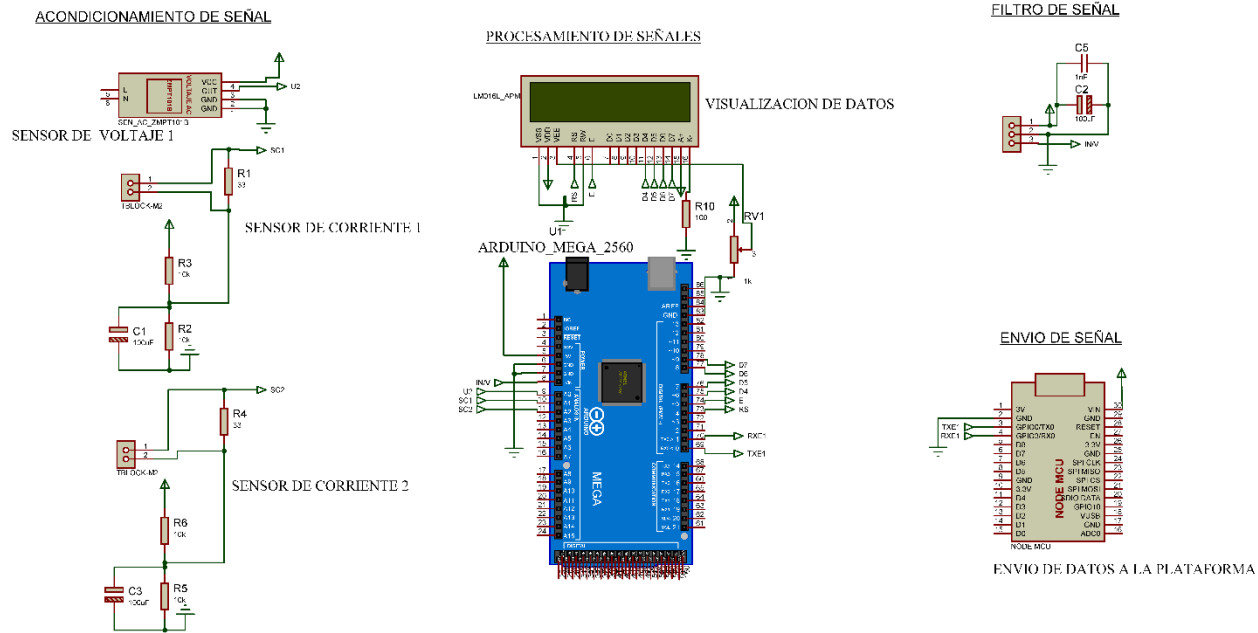
Este prototipo tiene las siguientes características envía datos a través de la conexión wifi de esta manera transmite datos a la plataforma de ThingSpeak y tiene los siguientes elementos

1. Sensor de corriente
2. Pinzas para el sensor de voltaje
3. Cargador de 5V
4. Medidor inteligente



Anexo 2: Diagrama de simulación del prototipo

Se presenta el diagrama de simulación del prototipo para la medio IOT



Anexo 3: Diagrama del prototipo

Se presenta como es el diseño de la placa para el prototipo

