



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE GUAYAQUIL**

CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA PARA
MANTENIMIENTO PREVENTIVO CON SENSORES EN UN
SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN TIPO SPLIT UTILIZANDO
HARDWARE DE BAJO COSTO CON IOT”**

Trabajo de titulación previo a la obtención del
Título de Ingeniería Electrónica

AUTORES: JEFFERSON LEONIDAS NARVÁEZ CARTAGENA
NEYSER FABIAN ROBAYO VEGA

TUTOR: ING. JOSÉ ADOLFO ARIZAGA MONDRAGÓN.

Guayaquil - Ecuador

2022

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotros, JEFFERSON LEONIDAS NARVÁEZ CARTAGENA con documento de identificación N°2000059051 y NEYSER FABIAN ROBAYO VEGA con documento de identificación N°1251190532; manifestamos que:

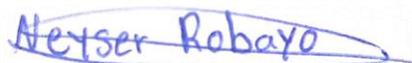
Somos los autores y responsables del presente trabajo; y, autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Guayaquil, 6 de marzo del año 2022

Atentamente



(f) Jefferson Leónidas Narváez Cartagena
C.I:2000059051



(f) Neyser Fabian Robayo Vega
C.I:1251190532

**CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Nosotros, JEFFERSON LEONIDAS NARVÁEZ CARTAGENA, con documento de identificación No 2000059051, y NEYSER FABIAN ROBAYO VEGA con documento de identificación No 1251190532, expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del Proyecto técnico: “DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO CON SENSORES EN UN SISTEMA DE CLIMATIZACION TIPO SPLIT UTILIZANDO HARDWARE DE BAJO COSTO CON IOT” , el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Electrónico, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

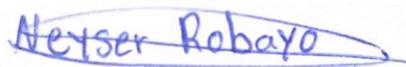
En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil 6 de marzo del año 2022

Atentamente,



(f) Jefferson Leónidas Narváez Cartagena
C.I:2000059051



(f) Neyser Fabian Robayo Vega
C.I:1251190532

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo JOSÉ ADOLFO ARIZAGA MONDRAGÓN con documento de identificación N° 0908636541, docente de la Universidad Politécnica Salesiana , declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: “DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO CON SENSORES EN UN SISTEMA DE CLIMATIZACION TIPO SPLIT UTILIZANDO HARDWARE DE BAJO COSTO CON IOT”, realizado por los señores JEFFERSON LEONIDAS NARVÁEZ CARTAGENA con documento de identificación No 2000059051, y NEYSER FABIAN ROBAYO VEGA con documento de identificación No 1251190532, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Ingeniero Electrónico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil 6 de marzo del año 2022

Atentamente,

A handwritten signature in black ink, enclosed within a hand-drawn oval. The signature is stylized and appears to read 'J. Arizaga Mondragón'.

(f) Ing. José Adolfo Arizaga Mondragón MSc
C.I 0908636541

DEDICATORIA

NEYSER FABIAN ROBAYO VEGA

En primer lugar, le dedico a Dios por haberme permitido llegar hasta este punto haberme brindado salud y conocimientos para poder concluir mi etapa profesional. A mis padres porque ellos siempre estuvieron a mi lado brindándome su apoyo y consejos para hacer de mí una mejor persona. A mi hermana por brindarme su apoyo incondicional y ayuda en situaciones difíciles en este camino.

JEFFERSON LEONIDAS NARVÁEZ CARTAGENA

A mi padre celestial Dios, a la Santísima Virgen María y a la Virgen del Quinche por forjar mi camino, que me acompañan siempre levantándome de mis continuos tropiezos, y así poder tomar el camino correcto y desempeño excelente de este proyecto de titulación.

A mis padres por haberme moldeado como la persona que soy en la actualidad, mucho de mis logros se los debo a ustedes entre los que se incluye este. Me formaron con reglas y con algunas libertades, pero al final de cuentas, me motivaron constantemente para alcanzar mis anhelos.

AGRADECIMIENTOS

Con la finalización de la presente tesis de grado queremos expresar nuestra gratitud y nuestro agradecimiento a:

- A la Universidad Politécnica Salesiana por el apoyo y la colaboración que nos brindaron a lo largo de nuestra carrera universitaria.
- A todos y cada uno de los docentes que nos formaron e impartieron su conocimiento a lo largo de nuestra carrera universitaria.
- Al Ing. José Arizaga M. tutor de nuestra tesis, por habernos guiado y apoyado con sus ideas y conocimientos durante el inicio y la conclusión de esta tesis.
- A nuestros padres por brindarnos su apoyo y motivación para llevar a cabo nuestro trabajo de titulación.
- Especialmente a Dios por darnos la sabiduría y capacidad para poder desarrollar de manera exitosa nuestra tesis.

JEFFERSON LEONIDAS NARVÁEZ CATAGENA

NEYSER FABIAN ROBAYO VEGA

RESUMEN

Año	Alumnos	Director de proyecto	Tema de proyecto de titulación
2022	Jefferson Leonidas Narvaez Cartagena	José Adolfo Arizaga Mondragón, MSc	“DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO CON SENSORES EN UN SISTEMA DE CLIMATIZACION TIPO SPLIT UTILIZANDO HARDWARE DE BAJO COSTO CON IOT”
2022	Neyser Fabian Robayo Vega	José Adolfo Arizaga Mondragón, MSc	“DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA PARA MANTENIMIENTO PREVENTIVO CON SENSORES EN UN SISTEMA DE CLIMATIZACION TIPO SPLIT UTILIZANDO HARDWARE DE BAJO COSTO CON IOT”

El presente proyecto de titulación plantea el desarrollo de un sistema de mantenimiento preventivo para un aire acondicionado tipo Split de 12000 BTU cuyo objetivo es optimizar el consumo energético, el mismo informará al personal de la residencia automáticamente y en tiempo real el consumo energético mediante la plataforma ThingSpeak la misma que será notificada mediante correo electrónico cuando el consumo del equipo sea superior al rango dado por el fabricante.

En la actualidad los aires acondicionados se han convertido en un sistema multifuncional que permiten censar y analizar factores externos como voltaje, potencia eléctrica, entre otros. Lo cual agrega al sistema la capacidad eficiente de energía esto influye a la conservación del medio ambiente, estos equipos de climatización tienen algunas fallas por las cuales no funcionan correctamente, dentro de ellas es la eficiencia en los sistemas de control y censado en estos equipos.

El siguiente prototipo de monitoreo fue desarrollado utilizando Arduino Mega 2560 como microcontrolador central y utilizando la tecnología web sobre los sistemas embebidos con el fin de facilitar la interoperabilidad entre los dispositivos y poder contribuir al desarrollo de aplicaciones o plataformas orientadas a Internet de las Cosas(IoT).El software para supervisión fue desarrollado en Arduino con lenguaje C++ desplegado a la plataforma de la nube ThingSpeak que permite recoger, almacenar, analizar, visualizar y actuar sobre los datos obtenidos de sensores. Se realizaron las pruebas y los resultados generados indicando la validez y viabilidad del sistema implementado y proponer escenarios futuros.

En conclusión, se obtuvo como resultados la utilización de este sistema diseñado e implementado es de gran ayuda para el control de la eficiencia energética que genera el sistema de climatización ya que actualmente estos equipos no constan con un sistema de control energético incorporados que permitan un control óptimo de climatización ya que estos equipos por falta de mantenimiento bajan su rendimiento, generando mayor consumo de energía logrando visualizar en la plataforma ThingSpeak datos en tiempo real mediante gráficas, notificando si necesita el mantenimiento para mejorar la eficiencia y rendimiento.

ABSTRACT

Year	Students	Technical Project Manager	Item of Project of Thesis
2022	Jefferson Leonidas Narvaez Cartagena	José Adolfo Arizaga Mondragón, MSc	“DESIGN AND IMPLEMENTATION OF A SYSTEM FOR PREVENTIVE MAINTENANCE WITH SENSORS IN A SPLIT-TYPE AIR CONDITIONING SYSTEM USING LOW-COST HARDWARE WITH IOT”
2022	Neyser Fabian Robayo Vega	José Adolfo Arizaga Mondragón, MSc	“DESIGN AND IMPLEMENTATION OF A SYSTEM FOR PREVENTIVE MAINTENANCE WITH SENSORS IN A SPLIT-TYPE AIR CONDITIONING SYSTEM USING LOW-COST HARDWARE WITH IOT”

This titling project proposes the development of a preventive maintenance system for a 12,000 BTU Split-type air conditioner whose objective is to optimize energy consumption, it will inform the residence staff automatically and in real time of energy consumption through the platform ThingSpeak the same one that will be notified by email when the consumption of the equipment is higher than the range given by the manufacturer.

Currently, air conditioners have become a multifunctional system that allows the census and analysis of external factors such as voltage, electrical power, among others. Which adds to the system the efficient capacity of energy, this influences the conservation of the environment, these air conditioning equipment have some faults for which they do not work correctly, within them is the efficiency in the control systems and census in these equipment.

The following monitoring prototype was developed using Arduino Mega 2560 as the central microcontroller and using web technology on embedded systems in order to facilitate interoperability between devices and to contribute to the development of applications or platforms oriented to the Internet of Things (IoT). The supervision software was developed in Arduino with C++ language deployed to the ThingSpeak cloud platform that allows collecting, storing, analyzing, visualizing and acting on the data obtained from sensors. The tests were carried out and the results generated indicate the validity and viability of the implemented system and propose future scenarios.

In conclusion, the results obtained were the use of this designed and implemented system, which is of great help for the control of the energy efficiency generated by the air conditioning system, since currently these equipments are not constant with a built-in energy control system that allows a maximum control of air conditioning since these equipments due to lack of maintenance lower their performance, reducing higher energy consumption, visualizing data in real time on the ThingSpeak platform through graphs, notifying if maintenance is needed for better efficiency and performance.

INDICE GENERAL

CAPITULO I	1
1 EL PROBLEMA.....	1
1.1 Planteamiento del Problema	1
1.2 Antecedentes	2
1.3 Importancia y Alcances	2
1.4 Delimitación	3
1.4.1 Delimitación Temporal.....	3
1.4.2 Delimitación Geográfica (espacial)	3
1.4.3 Delimitación Académica.....	4
1.5 Justificación.....	4
1.6 Grupo Objetivo.....	5
1.6.1 Población.....	5
1.6.2 Muestra.....	5
1.7 Objetivos	6
1.7.1 Objetivos General	6
1.7.2 Objetivos Específicos.....	6
1.8 Metodología.....	6
1.8.1 Métodos.....	6
1.8.2 Método deductivo	7
1.8.3 Método experimental	8
1.9 Técnicas.....	8
1.10 Técnica de investigación	8
1.11 Observación	8
1.12 La entrevista.....	9
1.13 Recolección de información.....	9
1.14 Descripción de la propuesta	9
1.15 Beneficiarios.....	10
1.16 Impacto	10
CAPITULO II	11
2 MARCO TEÓRICO	11
2.1 Generalidades	11

2.2	Sistema HVAC.....	11
2.2.1	Monitoreo en sistema HVAC.....	15
2.2.2	Medios de transmisión alámbrica o guiada.....	16
2.2.3	Medio de transmisión inalámbricas.....	17
2.2.4	Topología de la red inalámbrica.....	18
2.3	Internet de las cosas	22
2.3.1	Definiciones e inicios.....	22
2.3.2	Arquitectura de IOT.....	24
2.3.3	Dispositivos de desarrollo IOT.....	24
2.3.4	Web Services.....	26
2.3.5	Comunicación Inalámbrica Wifi	30
2.4	Dispositivos empleados para el monitoreo de sistemas de climatización tipo Split	30
2.4.1	Arduino.....	30
2.4.2	Tarjeta wifi esp8266 modelo Node mcu v1.0/v3.....	32
2.4.3	Sensor de corriente alterna no invasivo sct-013 de 100 amperios.....	33
2.4.4	Sensor de voltaje zmpt101b	35
2.4.5	Características de nuestro sensor de voltaje zmpt101b.....	36
2.4.6	Convertidor ads1115.....	37
2.4.7	Características principales ads1115.....	38
2.4.8	Pantalla lcd 20x4	38
2.5	Análisis y elección de la plataforma IOT	39
2.5.1	Plataforma ThingSpeak	39
2.5.2	ThingSpeak y sus características	40
2.5.3	IFTTT	41
2.5.4	Sistemas de adquisición de datos	42
2.6	Cálculo de la Potencia	43
CAPITULO III		44
3	DISEÑO DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL CONSUMO ENERGÉTICO CON IOT Y MANTENIMIENTO DE LOS EQUIPOS DE CLIMATIZACION.	44
3.1	Especificaciones del sistema de monitoreo	44
3.2	Estructura de la red del sistema	44
3.3	Análisis de comunicación entre los dispositivos	45
3.4	Conexión de la tarjeta ESP8266 NODE MCU a internet.....	45

3.5	Arquitectura general del sistema de monitoreo.....	46
3.6	Etapa de proceso de señales.....	47
3.7	Etapa de comunicación.....	49
3.8	Programación para adquisición de datos Arduino.....	51
3.9	Programación para el envío de datos a la nube.....	51
3.10	Manejo de la plataforma ThingSpeak.....	52
3.11	Configuración del canal de ThingSpeak.....	54
3.12	Presentación de datos mediante la plataforma ThingSpeak.....	55
3.13	Aplicación de ThingSpeak.....	56
3.14	Manejo de la plataforma IFTTT.....	56
3.15	Diseño e impresión de la placa del prototipo.....	63
3.16	Mantenimiento preventivo en los sistemas de climatización.....	66
CAPITULO IV.....		68
4	INSTALACION Y PRUEBAS REALIZADAS.....	68
4.1	Instalación.....	68
4.2	Pruebas y análisis realizadas.....	70
4.2.1	Prueba 1.....	70
4.2.2	Prueba 2.....	74
4.2.3	Prueba 3.....	78
4.2.4	Prueba 4.....	82
4.3	Comparación total de datos obtenido en los 3 niveles de suciedad.....	87
CAPITULO V.....		90
CONCLUSIONES.....		90
RECOMENDACIONES.....		92
BIBLIOGRAFIA.....		¡Error! Marcador no definido.
ANEXOS.....		96
COSTOS.....		96
Planificación de materiales.....		96
Presupuesto referencial.....		97
Anexo 1 Base de datos extraídos de la plataforma ThingSpeak mediante Excel.....		98

INDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Tecnología inalámbrica.	25
Tabla 2.	Características y Arquitectura IOT.....	25
Tabla 3.	Capas del protocolo TCP/IP	29
Tabla 4.	Inicio o estado normal del equipo.....	70
Tabla 5.	Cuando el equipo se encuentra en un estado bajo de suciedad.	74
Tabla 6.	Cuando el equipo se encuentra en un estado medio de suciedad.	78
Tabla 7.	Cuando el equipo se encuentra en un estado alto de suciedad.	82
Tabla 8.	Materiales del Proyecto.	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 9.	Tabla de costos para elaboración del prototipo.	¡Error! Marcador no definido.

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ubicación mediante GPS	3
Figura 2 Equipo de aire acondicionado tipo Split	12
Figura 3 Diagrama de componente de un aire acondicionado Split.....	15
Figura 4 Clasificación de las redes Inalámbricas	20
Figura 5 Comparación entre diferentes tipos de redes inalámbricas.....	21
Figura 6 Tecnologías inalámbricas con respecto a su rango de cobertura y velocidad de datos	21
Figura 7 Momento que nace IoT.....	23
Figura 8 Arquitectura de IoT	24
Figura 9 Esquema de Funcionamiento de un Web Service.....	26
Figura 10 Diagrama de agentes que actúan en una solicitud web Services	27
Figura 11 Arduino mega 2560.....	31
Figura 12 Modulo ESP8266 NodeMCU	33
Figura 13 Sensor de corriente SCT013 alterna no invasivo.....	34
Figura 14 Diagrama de sensor de corriente SCT-013 de 100 A.....	35
Figura 15 Sensor de voltaje zmpt101b.....	36
Figura 16 Diagrama sensor de voltaje ZMPT101B	36
Figura 17 Modulo ADS1115 de 16 bits.....	37
Figura 18 Pantalla LCD 20X4	39
Figura 19 Diagrama ThingSpeak.....	40
Figura 20 Plataforma IFTTT	42
Figura 21 Diagrama de conexión de datos de la tarjeta ESP8266NodeMCU al sistema de monitoreo. ...	46
Figura 22 Arquitectura del sistema de monitoreo.....	46
Figura 23 Diseño del proceso de señales.	48
Figura 24 Algoritmo de comunicación y envío de datos desde los dispositivos de IoT.	50
Figura 25 Programación para Arduino Mega 2560.....	51
Figura 26 Programación para ESP8266	52
Figura 27 Plataforma ThingSpeak	53
Figura 28 Arquitectura para una red IOT.	53
Figura 29 Canal creado en ThingSpeak.	54
Figura 30 Configuración del canal de visualización.....	54
Figura 31 1) Usuario 2) Configuración 3) API KEY de enlace.....	55

Figura 32 Presentación de resultados en la plataforma ThingSpeak.....	55
Figura 33 Aplicación ThingSpeak para celular.....	56
Figura 34 Plataforma IFTTT.	57
Figura 35 Evento de applet creada.	58
Figura 36 Configuración de evento.....	58
Figura 37 Visualización de contenido para correo electrónico.....	59
Figura 38 Enlace mediante URL entre ThingSpeak y IFTTT.	59
Figura 39 Creación de ThingHTTP para amperaje.....	60
Figura 40 Muestra las reacciones creadas.	61
Figura 41 Configuración de la reacción (React) de amperaje.	61
Figura 42 Notificación por correo que necesita el aire su respectivo mantenimiento.....	62
Figura 43 Diagrama de bloques del prototipo.	63
Figura 44 Diagrama del prototipo.....	64
Figura 45 Diagrama en proteus del prototipo.	64
Figura 46 Diagrama del prototipo en proteus.	65
Figura 47 Diagrama del prototipo en 3D con los componentes.	65
Figura 48 Unidad Interior	66
Figura 49 Unidad Exterior	67
Figura 50 Frecuencia periódica del mantenimiento preventivo.....	67
Figura 51 Parte interior del prototipo.....	68
Figura 52 Instalación del prototipo.....	69
Figura 53 Conexión de sensor de voltaje y corriente.....	69
Figura 54 Histograma de consumo medido por el prototipo en estado normal.	70
Figura 55 Histograma de consumo medido por el multímetro en estado normal.	71
Figura 56 Datos obtenidos por el prototipo.	71
Figura 57 Datos obtenidos por multímetro.	72
Figura 58 Valor de voltaje obtenido en ThingSpeak.	72
Figura 59 Valor de amperaje obtenido en ThingSpeak.....	73
Figura 60 Valor de potencia obtenido en ThingSpeak.....	73
Figura 61 Histograma de consumo medido por el prototipo en estado bajo de suciedad.	74
Figura 62 Histograma de consumo medido por el multímetro en estado bajo de suciedad.	75
Figura 63 Datos obtenidos por el prototipo.	75
Figura 64 Datos obtenido por el multímetro.	76

Figura 65 Valor de voltaje obtenido en ThingSpeak.	76
Figura 66 Valor de amperaje obtenido en ThingSpeak.....	76
Figura 67 Valor de potencia obtenido en ThingSpeak.	77
Figura 68 Notificación del Amperaje alto.	77
Figura 69 Histograma de consumo medido por el multímetro en estado medio de suciedad.	78
Figura 70 Histograma de consumo medido por el multímetro en estado medio de suciedad.	79
Figura 71 Datos obtenidos por el prototipo.	79
Figura 72 Datos obtenidos por el multímetro.	80
Figura 73 Valor de voltaje obtenido en ThingSpeak.	80
Figura 74 Valor de amperaje obtenido en ThingSpeak.....	81
Figura 75 Valor de potencia obtenido en ThingSpeak.	81
Figura 76 Notificación del Amperaje alto.	82
Figura 77 Histograma de consumo medido por el multímetro en estado alto de suciedad.	83
Figura 78 Histograma de consumo medido por el multímetro en estado alto de suciedad.	83
Figura 79 Datos obtenidos por el prototipo.	84
Figura 80 Datos obtenidos por el multímetro.	84
Figura 81 Valor de voltaje obtenido en ThingSpeak.	85
Figura 82 Valor de amperaje obtenido en ThingSpeak.....	85
Figura 83 Valor de potencia obtenido en ThingSpeak.	86
Figura 84 Notificación del Amperaje alto.	86
Figura 85 Comparación de datos obtenidos de potencia con las 3 láminas.....	87
Figura 86 Comparación de datos obtenidos de amperaje con las 3 láminas.....	¡Error! Marcador no definido.
Figura 87 Placa característica del aire acondicionado.	89

INTRODUCCION

En la actualidad es muy común el uso de aires acondicionados tipo Split tanto en empresa o en áreas residenciales para lo cual se hace necesario realizar un control de consumo de los mismos, ya que no cuentan con un equipo tecnológico de control eléctrico que registre tanto en horas, días, meses y año para mejorar su desempeño, ahorro de energía todo esto se realizara con la plataforma ThingSpeak y Arduino. Para realizar el análisis de consumo de energía en este tipo de instalaciones se utilizó sensores de corriente SCT-013 y de voltaje ZMPT101B se realizó las pruebas en el aire acondicionado para verificar el estado que se encuentra el equipo para su respectivo mantenimiento.

Hoy en día las condiciones climáticas se han elevado considerablemente como es el caso de la ciudad de Guayaquil incrementan el uso de sistemas de aire acondicionado para mitigar las altas temperaturas a pesar de los avances tecnológicos no es muy usual implementar sistemas de refrigeración inteligente o de última generación por sus altos costos. Por lo tanto, con este proyecto se logra brindar soluciones con bajos costos y orientando a mejorar el uso eficiente de los sistemas de climatización.

Actualmente existen plataformas que realizan monitoreo y control de sistemas de climatización, pero tienden a ser costosas invasivas y con protocolos de comunicación cerrados que no permite la interoperabilidad entre sistemas. En esta investigación se realizó el diseño e implementación de un prototipo de monitoreo para un equipo de climatización orientado a internet de las cosas, teniendo en cuenta las variables voltaje y corriente.

ThingSpeak es una plataforma que ofrece acceso a una amplia gama de dispositivos más usados como Arduino, Raspberry Pi, Beaglebone y ESP8266 que permite recoger, almacenar, analizar y visualizar sobre los datos obtenidos de sensores. Además, debemos entender que esta plataforma al igual que cualquier otra en la nube es orientada a IoT, los usos más potentes es el análisis de esos datos. Gracias a algoritmos de predicción y análisis, podemos convertir los datos en información útil para negocios, empresas o para uso residencial.

El funcionamiento del sistema se basa en la recopilación de datos del sensor de voltaje ZMPT101B y de corriente STC-013 que envían datos al Arduino Mega el cual estará conectado a modulo wifi ESP8266 el mismo que estará conectado a la red residencial que permite enviar la información a la nube y serán mostrados en la plataforma ThingSpeak mediante graficas el estado de consumo eléctrico del equipo además notificara mediante correo electrónico si es necesario realizar mantenimiento.

CAPITULO 1

EL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del Problema

Los aires acondicionados han dejado de ser un sistema de climatización para convertirse en un sistema multifuncional que permiten censar, gestionar el análisis de factores externos como voltaje y potencia eléctrica.

Es necesario brindar soluciones de bajo costo orientadas a mejorar el uso y eficiencia de los sistemas de climatización. Unos de los problemas en estos equipos son las fallas que se producen en los sistemas de control, gasto innecesario de energía por falta de mantenimiento de los mismos o revisión preventiva que no se le da constantemente al equipo, provocando problemas a futuro.

En este trabajo se propone y evalúa el desarrollo con la plataforma ThingSpeak que realiza el monitoreo de sistemas de climatización. Una forma para desarrollar sistemas de monitoreo de bajos costos y con orientación a internet de las cosas en dispositivos y servicios web. Un servicio web es una tecnología orientada a la conexión entre sistemas de red, de amplio uso en desarrollos de software que permite acelerar la comunicación y procesamiento de datos entre aplicaciones de diferentes lenguajes.

Para este proyecto se realiza el diseño e implementación de un sistema de monitoreo para aires acondicionados tipo Split orientado a internet de las cosas, teniendo en cuenta variables y datos a monitorear como corriente y voltaje de alimentación, que influyen en el punto de operación de equipos de refrigeración orientado a IoT.

1.2 Antecedentes

Para esta investigación se indagaron antecedentes relacionados con sistemas de monitoreo en equipos HVAC e Implementación de IOT sobre sistemas embebidos. Realizando revisiones en bases de datos de consulta especializada y fuentes de información encontrando: tesis, proyectos y artículos de investigación afines al proyecto. Esta búsqueda tuvo como finalidad reconocer las investigaciones realizadas a nivel nacional e internacional con respecto a sistemas de monitoreo en equipos HVAC y aplicaciones de monitoreo basadas en IOT en microcontroladores.

Se realizó una búsqueda de antecedentes relacionados al monitoreo de variables en sistema de refrigeración donde se analiza el tipo de medidas, protocolos de comunicación, metodología y tipo de dispositivos utilizados.

1.3 Importancia y Alcances

El presente trabajo de titulación es conveniente y dinámico porque utiliza una plataforma (software y hardware) la cual sirve para gestionar el control de consumo de energía, así como tener una base de datos un registro de consumo con reportes exactos.

Este proyecto de titulación fue elaborado como un prototipo de suma importancia para el usuario, mediante la implementación se brindará un registro exacto de consumo KW/h para mejorar el rendimiento de los equipos y la reducción de consumo eléctrico siendo sus principales beneficiarios los dueños de la residencia o cualquier empresa que desee la implementación de este sistema.

La funcionalidad del sistema propuesto se implementará en las instalaciones de una residencia de uno de los autores del tema donde se pondrá en operatividad desde

cualquier dispositivo inteligente Computadora, celular, Tablet conectado a una red de internet.

1.4 Delimitación

1.4.1 Delimitación Temporal

El desarrollo del diseño e implementación se iniciará en el periodo correspondiente entre mayo y diciembre del 2021.

1.4.2 Delimitación Geográfica (espacial)

El desarrollo del proyecto se llevó a cabo en un área residencial ubicada Mucho Lote 1 segunda etapa urbanización Valencia manzana 2281 villa 23 se realizará con un equipo de aire acondicionado tipo Split de 12000 BTU donde será realizado las pruebas y funcionamiento del proyecto.

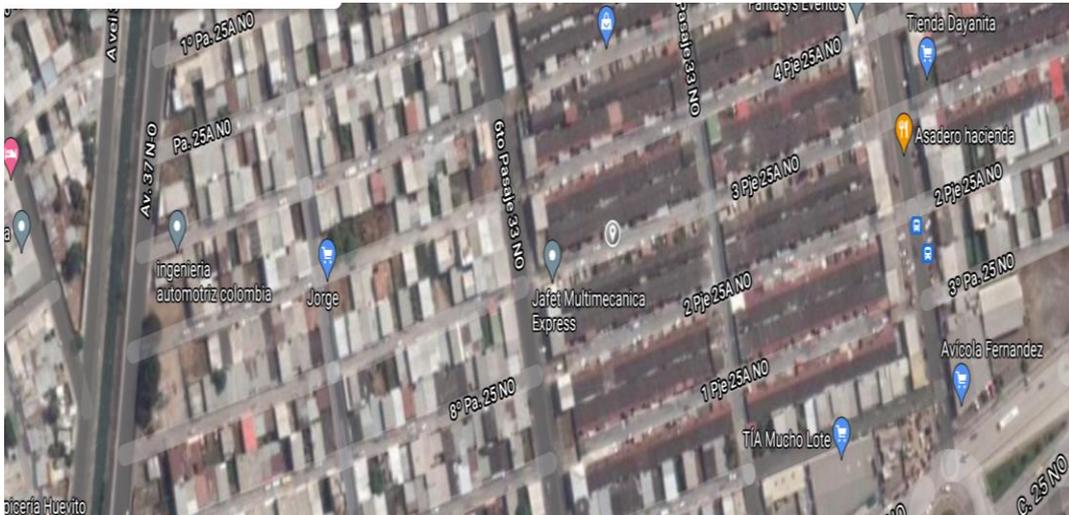


Figura 1 Ubicación mediante GPS

1.4.3 Delimitación Académica

En este proyecto se pondrán en práctica los conocimientos obtenidos en las materias académicas como Circuitos Eléctricos, Electrónica Analógica, Electrónica de Potencia, Microprocesados, Teoría de Control y Medios de Transmisión.

El desarrollo de este proyecto beneficiará a los estudiantes de la UPS para la carrera de Mecatrónica lo cual obtendrán e incentivarán a desarrollar nuevos proyectos en el área de climatización.

1.5 Justificación

Actualmente, es difícil contar con un prototipo de control eléctrico con tecnología avanzada. Se propone realizar el diseño e implementación del sistema de mantenimiento preventivo el cual informara a los propietarios de la residencia automáticamente en tiempo real la necesidad de un mantenimiento en su equipo mediante un correo electrónico.

En la actualidad el uso de los aires acondicionados tipo Split en zonas costeras ecuatorianas es sumamente necesario para contrarrestar las altas temperaturas características de esta zona.

Debido a la gran demanda que tienen los aires acondicionados, tipo Split para residencias o para las industrias se hace factible de realizar un sistema de mantenimiento preventivo mediante sensores utilizando un hardware de bajo costo con IOT.

Con este sistema se podrá determinar las condiciones del equipo a tiempo real mediante un hardware de bajo costo con IOT.

Con este proyecto se podrá bajar los costos de mantenimiento correctivo y bajar el consumo eléctrico como gasto en los domicilios o en la industria.

El proyecto está dirigido al conocimiento adquirido en el área de electrónica y telecomunicaciones por la gran apertura que tiene este en el campo industrial y diversos sectores siendo como principal tema el IOT.

1.6 Grupo Objetivo

El desarrollo de este proyecto tendrá muchos beneficios en este caso los favorecidos serán las personas ocupantes de dicha casa, este proyecto también podrá ser implementado por instituciones o empresas que desean ahorrar energía y darles un mantenimiento preventivo y correctivo a los equipos de refrigeración.

El sistema de monitoreo propuesto aplica nuevas tecnologías, servicios web sobre sistemas electrónicos embebidos orientándolo a IoT.

1.6.1 Población

La población son todas las personas que se encuentran en la residencia o en la empresa que deseen implementar este medidor de corriente con IoT.

1.6.2 Muestra

Las muestras son los distintos datos enviados a la plataforma obtenidos por los sensores de voltaje y corriente y los que fueron comprobados con un amperímetro y como resultado ThingSpeak envía una base de datos de los valores censados cada 15 segundos.

1.7 Objetivos

1.7.1 Objetivos General

Diseño e implementación de un sistema para mantenimiento preventivo con sensores en un sistema de climatización tipo Split manejando hardware de bajo costo con IOT.

1.7.2 Objetivos Específicos

- Diseñar la arquitectura del sistema de monitoreo de datos en el equipo de refrigeración.
- Implementar el sistema de monitoreo de acuerdo con el diseño y análisis realizado.
- Visualización en tiempo real los parámetros de corriente y voltaje mediante gráficas para nuestro equipo de refrigeración.
- Analizar la confiabilidad de los sensores en el equipo de refrigeración.
- Validar el funcionamiento del sistema de monitoreo en un equipo de refrigeración tipo-Split.

1.8 Metodología

1.8.1 Métodos

La metodología son los procedimientos y técnicas utilizados para la resolución de problemas, utilizados en el desarrollo de los proyectos de titulación, utilizando varios métodos adecuados a los problemas planteados, como se detalla a continuación:

1.8.2 Método deductivo

El método deductivo consiste en hacer uso de todos nuestros conocimientos adquiridos en el trayecto de nuestra etapa universitaria.

Se hace uso de esta metodología durante el diseño e implementación de la parte electrónica del monitoreo de un sistema de climatización para mantenimiento preventivo, ya que necesitaran de los conocimientos tales como:

- Circuitos Eléctricos
- Electrónica Analógica
- Electrónica de Potencia
- Microprocesados
- Redes de computadoras
- Medios de Transmisión

Este método se encuentra sustentado por dos pilares fundamentales los cuales son:

La reproducibilidad. – Se describe al experimento que se puede repetir por cualquier persona bajo ciertas condiciones predefinidas y que el resultado de igual.

La refutabilidad. – Involucra que cualquier resultado logrado puede ser discutido a través de otros experimentos, lo que involucra que los resultados no son incondicionales.

Se necesito de esta metodología durante el proceso de desarrollo de la interfaz del administrador y usuarios ya que debemos adquirimos nuevos conocimientos tales como:

- Trabajar con plataformas de IoT.
- Diseño y administración de base de datos.
- Diseño de interfaz de servidores web.

1.8.3 Método experimental

Este método radica en la realización de pruebas constantes a una hipótesis con el propósito de corroborar o refutar. Estas pruebas se producen tanto en medios controlados, como en ambientes de producción donde hay otros elementos externos que pueden variar según los resultados obtenidos.

Esta metodología se utilizó durante las programaciones y la forma del uso adecuado del equipo de censado que se realizaran a lo largo de la elaboración del proyecto técnico y está enfocado en:

- Programación en Arduino Mega 2560.
- Programación ESP8266NODEMCU.
- Programación de calibración sensor de voltaje ZMPT101B.

1.9 Técnicas

Las técnicas son el conjunto de labores usadas para lograr un objetivo, las técnicas que se utilizaron en nuestro proyecto fueron:

1.10 Técnica de investigación

Consiste en observar un hecho atentamente para tomar y registrar para su posterior análisis. La técnica de investigación es indispensable en el desarrollo de la investigación científica ya que compone la estructura a través de la cual se organiza la exploración.

1.11 Observación

Es una técnica que consiste en observar de manera atenta un hecho o fenómeno para luego registrar la información que posterior análisis.

1.12 La entrevista

Es una técnica de recolección de datos a tras de una conversación profesional, con la que además se adquiere información sobre el tema investigado, posee importancia desde el punto de vista educativo; los resultados se obtienen en la misión dependerán de la cantidad de comunicación entre el investigador y el participante.

1.13 Recolección de información

Para el presente trabajo de investigación se recolecto la información de las fuentes primarias y secundarias, todos esto se podrá encontrar en la sección de proyectos de investigación vinculados y referentes bibliográficos.

1.14 Descripción de la propuesta

Diseñar e implementar un sistema para monitoreo desde una plataforma IoT de control de consumo energético que pueda mandar alertas de voltaje, amperaje y potencia donde se instaló un sensor de voltaje y corriente los cuales leen la información del equipo para enviarla a ThingSpeak mediante el Arduino y modulo wifi ESP8266NODEMCU.

La plataforma ThingSpeak recibe los datos con la información de los valores censados mediante un código C++ para enviar cuanto es el consumo del equipo para determinar si necesita mantenimiento o no es necesario.

Si los datos de consumo son excesivos será enviada una notificación al Gmail mediante IFTTT informando que el consumo ha superado de su rango normal y realizando la petición de mantenimiento y revisión del equipo de climatización.

La gestión de este sistema es llevar datos de sistema desde un navegador web mediante una plataforma de IoT ThingSpeak esta plataforma permite visualizar y almacenar datos para posteriormente ser revisada por su usuario.

1.15 Beneficiarios

Los beneficiarios directos de la interfaz del sistema monitoreo del equipo de aire acondicionado son las personas propietarias de dicha residencia también esta investigación y diseño de este prototipo tiene como propósito beneficiar a empresas, universidades, hospitales etc. Que deseen optar por la implementación de este sistema de monitoreo para ahorrar energía y dinero más que todo alargar la vida útil del equipo de climatización.

1.16 Impacto

Al realizar la interfaz del sistema de monitoreo de consumo de energía con los distintos dispositivos mostrados y al interconectar y enlazarlos entre ellos. Este medidor de energía con IoT disminuyo el consumo energético debido a la tecnología de estos sensores, además de su facilidad de uso para leer datos e interactuar con la plataforma de IoT.

Por otra parte, tener una acogida comodidad con el uso de nuevas tecnologías para la contribución y desarrollo de la sociedad, así como su respectivo uso en áreas de consumo de energía.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2 Generalidades

Generalmente un sistema de monitoreo conlleva un proceso de toma de valores a lo largo de un tiempo específico, dicha toma de valores en tiempo real es sistematizada a lo largo de un tiempo real y se responsabiliza de medir el progreso y los resultados de un conjunto de actividades, mediante la observación y la recolección de información de voltaje, corriente, y potencia en el proceso para de esta manera asegurar los resultados. Además, permite involucrar directamente a los beneficiarios del sistema.

2.1 Sistema HVAC

Los sistemas HVAC (calefacción, ventilación y aire acondicionado) es un sistema de climatización y ventilación que actúa como calefacción y refrigeración. El objetivo es proporcionar a las personas un ambiente más confortable con temperatura, humedad relativa y purificación del aire. [1]

El aire acondicionado moderno es fundamental para casi todos los aspectos del progreso de HVAC. El ahorro de energía es un desafío continuo y es necesario encontrar nuevos métodos para reducir el consumo de energía sin comprometer la calidad y el confort del aire interior.

Los sistemas HVAC o sistemas de aire acondicionado tienen una amplia gama de campos, desde sistemas simples en hogares y oficinas, hasta sistemas inteligentes complejos en industrias de producción a gran escala, e incluso sistemas especiales para

naves espaciales de aire acondicionado, es decir, todos tienen muchas áreas donde es necesario implementar sistemas HVAC.



Figura 2 Equipo de aire acondicionado tipo Split [2].

El término "aire acondicionado" ha cambiado gradualmente, pasando de significar simplemente enfriamiento al control total de:

- Temperatura
- Humedad en el aire (humedad)
- Suministro de aire exterior para ventilación
- Filtración de partículas en el aire.
- Movimiento de aire en el espacio ocupado.

En los sistemas de aire acondicionado, son los que realizan por medio de un dispositivo de AC el proceso que enfría o calienta, limpia y circula el aire, controlando además la humedad de la zona.

El aire acondicionado es un conjunto de técnicas utilizadas para mejorar las condiciones de confort en un lugar residencial, empresa u oficina. Es importante recordar

que tanto el sistema de calefacción como el de aire forman juntos el sistema de "aire acondicionado" del espacio.

Hay siete procesos principales requeridos para lograr un aire acondicionado completo y se enumeran y explican a continuación los procesos son:

- Calentamiento: es el proceso de agregar energía térmica al espacio acondicionado con el propósito de elevar o mantener la temperatura en el espacio.
- Enfriamiento: el proceso de eliminar la energía térmica (calor) del espacio acondicionado con el fin de reducir o mantener la temperatura del espacio.
- Humidificación: el proceso de agregar vapor de agua (humedad) al aire en el espacio acondicionado con el propósito de elevar o mantener el contenido de humedad del aire.
- Deshumidificar: su trabajo es eliminar la mayor cantidad de vapor en el agua del sistema de climatización para reducir o mantener el contenido de humedad del aire.
- Limpieza: su funcionalidad es remover partículas contaminantes como bacterias, insectos, polen entre otros del aire con el propósito de mejorar o mantener la calidad del aire.
- Ventilar: el proceso de intercambio de aire entre el exterior y el espacio acondicionado con el propósito de diluir los contaminantes gaseosos en el aire y mejorar o mantener la calidad, composición y frescura del aire. La ventilación se puede lograr mediante ventilación natural o mecánica. La ventilación natural es impulsada por corrientes de aire naturales, como cuando se abre una ventana. La ventilación mecánica se puede lograr mediante el uso de ventiladores para aspirar aire desde el exterior o mediante ventiladores que extraen el aire del espacio hacia el exterior.

- **Movimiento de aire:** el proceso de hacer circular y mezclar aire a través de espacios acondicionados en el edificio con el propósito de lograr la ventilación adecuada y facilitar la transferencia de energía térmica.

Teniendo en cuenta el presente estudio que se encuentra relacionado a sistemas de AC unitarios basados en refrigerantes, se mencionan los dispositivos de uso más comunes:

- Aire acondicionado de pared
- Aire acondicionado Split [3].

Componentes del Aire acondicionado Split:

UNIDAD EXTERIOR

- **Ventilador exterior:** Sirve para que el condensador pueda hacer el intercambio de calor y así desalojar el aire caliente.
- **Compresor:** Es encargado para aumentar la presión del refrigerante que circula por las tuberías de cobre y con ello su temperatura y enfriar.
- **Condensador:** Su función es transformar el aire comprimido a un estado líquido para luego sea refrigerado.
- **Válvula de expansión:** Permite que el líquido refrigerante logre bajar su temperatura para cuando llegue al evaporador pueda absorber el calor del aire del interior de la estancia [4].

UNIDAD INTERNA

- **Filtros:** Su función es proteger el ingreso de partículas de polvo y polen o bacterias.

- **Desagüe:** Es el tubo que tiene el evaporador para el agua que produce el proceso de evaporación e impide que se acumule en el evaporador.
- **Deflector:** Es una pantalla que sirve para cambiar o desviar la dirección del flujo del aire frío que va colocada debajo de la unidad interior.
- **Placa electrónica:** Es la encargada de ordenar todas las funciones de los componentes del equipo.
- **Termostato:** Contiene un sensor de temperatura para controlar la actividad del aire acondicionado.
- **Ventilador interior:** Hace que el aire que ha enfriado el evaporador de distribuya por la estancia.

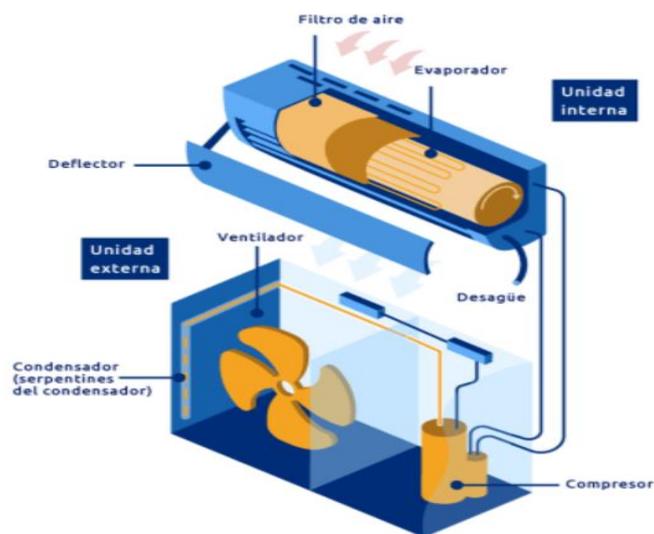


Figura 3 Diagrama de componente de un aire acondicionado Split [5].

2.1.1 Monitoreo en sistema HVAC

El monitoreo de los equipos HVAC es el encargado de obtener información de los parámetros de un proceso, ya sea residencial, comercial o industrial facilita al operador visualizar los valores de voltaje, corriente, temperatura y humedad por medio de sensores los datos obtenidos se transmiten de manera inmediata para que sean visualizados o

almacenados para luego ser revisadas posteriormente el monitoreo HVAC tiene como objetivo conseguir ahorros para controlar es gasto de su operación y el mantenimiento necesario [6].

2.1.2 Medios de transmisión alámbrica o guiada.

Estos dispositivos de transmisión consisten en cables que conducen señales de un extremo al otro.

Sus principales características de los medios de transmisión alámbrica son el conductor utilizado, la velocidad máxima de transmisión que es también conocido como cableado para lograr el envío.

Existen 3 tipos de medios utilizados:

- Par trenzado
- Coaxial
- Fibra óptica

Par trenzado: consiste en dos alambres de cobre aislados y trenzados de forma helicoidal y así poder reducir la interferencia electromagnética, además este tipo de cable puede recorrer varios kilómetros sin necesidad de amplificar las señales, pero a distancias mayores requiere repetidores de señal. Los cables de par trenzado nos permiten la transmisión analógico y digital. El ancho de banda depende del grosor del cable y de la distancia de transmisión, en muchos casos su velocidad de transmisión suele ser de unos pocos megabits por segundo y la distancia de varios kilómetros.

Estos cables de par trenzado tienen un buen rendimiento y precios bajos, y estos cables se utilizan ampliamente y pueden utilizarse durante muchos años.

Cable coaxial: Este tipo de cable tiene un mejor blindaje que el par trenzado, porque el cable coaxial consiste en un alambre de cobre duro como alambre central, rodeado de material aislante, que está revestido con un conductor cilíndrico, generalmente una red de tejido apretado, y el conductor exterior cubierto con embalaje de plástico protector. El posible ancho de banda depende de la calidad y la longitud del cable y de la relación señal / ruido de la señal de datos. En la actualidad, han sido reemplazados por fibras ópticas en trayectos de distancias relativamente largas. Sin embargo, los cables coaxiales todavía se utilizan ampliamente en la televisión por cable y en las redes de áreas metropolitanas.

Fibra óptica: Es un medio de utilizar pulsos fotoeléctricos para transmitir datos a través de cables hechos de vidrio transparente u otros materiales plásticos con la misma función. Tiene un núcleo de vidrio central cubierto con una capa de vidrio con un índice de refracción bajo. Los datos que pasan por el núcleo se envían mediante pulsos de luz. Por lo tanto, debe tener un dispositivo de transmisión y recepción para convertir las señales eléctricas en pulsos de luz y viceversa. Su uso más extendido es para transmitir datos a largas distancias, ya que este medio tiene mayor ancho de banda, menor pérdida y mayor velocidad de transmisión que los cables metálicos [7].

2.1.3 Medio de transmisión inalámbricas.

Los medios inalámbricos transmiten y reciben las señales se propagan libremente y no están confinadas a través del medio, la transmisión y la recepción de información se lleva a cabo a través de antenas. Cuando empieza transmitir la antena emite energía electromagnética al medio.

Por otro lado, en la recepción la antena capta las ondas electromagnéticas del medio que la circunda, actualmente se observa una alta dependencia en las ocupaciones

diarias, empresariales e institucionales de las redes de comunicación. Ventajas del uso de transmisión inalámbrica son las siguientes: [8].

- **Movilidad:** Genera información instantánea desde cualquier lugar negocios o empresa a cualquier cliente. Esto genera, mejor productividad, posibilidades y servicios.
- **Disposición de instalación:** En la actualidad la facilidad de no usar cables, es para ahorrar tiempo en tirar cables por paredes y techos esto nos ha ayudado a mejorar las fachadas en los hogares y locales así mismo reduciendo el tiempo de instalación. Además, nos da la facilidad de ingresos instantáneo a clientes temporales de la red.
- **Disminución de costos:** Hoy en día las empresas se han ahorrado miles de dólares con los equipos inalámbricos sin tener que incluir gastos adicionales en cables e instalación.
- **Escalabilidad:** Hay una gran variedad de topologías de redes inalámbricos que son configuradas para satisfacer las necesidades de las instalaciones y aplicaciones específicas. Las configuraciones nos permiten cambiar con facilidad e ingresar nuevos usuarios a la red.

2.1.4 Topología de la red inalámbrica.

En las topologías inalámbricas se basan fundamentalmente en su comunicación con los dispositivos y no en el medio de comunicación.

WPAN - Redes inalámbricas de área personal:

Estas redes se basan en el estándar IEEE802.15 de red de área personal inalámbrica (WPAN) conocidas comúnmente como bluetooth, cubren distancia de 10mts

como máximo, dicha velocidad de transmisión que ofrece es de 11Mbit/s a 54Mbit/s son usadas para emparejar varios dispositivos portátiles sin utilizar cables y el envío de sus datos no requieren de alta transferencia de información. Las WLAN utiliza ondas de radio (o infrarrojos) para transmitir información de un punto a otro. Fueron diseñadas para el ámbito empresarial además en la actualidad han encontrado una gran variedad de escenarios de Redes Inalámbricas, tanto en el ámbito residencial como en entornos públicos y privados [9].

WLAN - Redes inalámbricas de área local:

Son redes que cubren distancias de 10 a 100 metros utilizan ondas de radio para llevar información de un punto a otro sin utilizar un medio físico como WI-FI, permiten el uso de bandas de frecuencias debido a la alta transferencia de datos en tiempo real en cualquier parte del mundo.

WMAN - Redes inalámbricas de área metropolitana

Están basan en el estándar IEEE 802.16 son conocido como WiMAX (Interoperabilidad mundial para acceso por microondas). WiMAX posee comunicaciones con arquitectura punto a multipunto facilitando una alta rapidez de transmisión de datos mediante redes inalámbricas de toda el área de una ciudad. Esto consigue que las redes LAN más pequeñas logren estar interconectadas por WiMAX y creando una gran WMAN. Constantemente, la creación de redes entre ciudades puede lograrse sin la necesidad de cableado costoso. WiMAX tiene parentesco a Wi-Fi, pero proporciona cobertura a distancias mayores.

WWAN – Redes inalámbricas de área extendida

Son redes que se extienden más allá de los 50 km y suelen utilizar frecuencias con licencia. Gracias a las redes WWAN nos permiten conectarnos a ciudades o países todo esto a través de los múltiples sistemas de satélites o ubicaciones con antena atendidos por un proveedor de servicios de Internet. Están especialmente dos tecnologías disponibles la telefonía móvil y los satélites.

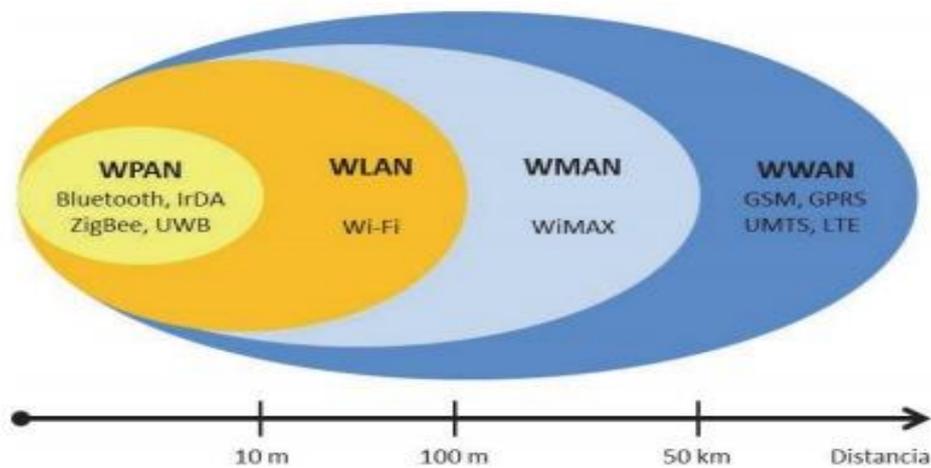


Figura 4 Clasificación de las redes Inalámbricas [10].

Tipo de red	Nombre	Estándar	Banda de frecuencia	Rango nominal	Máxima Velocidad. Transmis.
WPAN	Bluetooth	IEEE 802.15.1	2.4 GHz	10 m	720 Kbps
	IrDA	IrDA	Ventana Infrarrojo 850-900 nm longitud de onda	1 m	16 Mbps
	ZigBee	IEEE 802.15.4	868 MHz, 900 MHz, 2.4 GHz	10 m	250 Kbps
	UWB	IEEE 802.15.3	3.1-10.6 GHz (USA) 3.4-4.8 GHz & 6-8.5 GHz (Europa)	10 m	480 Mbps
WLAN	Wi-Fi	IEEE 802.11	2.4 / 5 GHz	100 m	1 Mbps
		IEEE 802.11a	5 GHz	100 m	48 Mbps
		IEEE 802.11b	2.4 GHz	100 m	11 Mbps
		IEEE 802.11g	2.4 GHz	100 m	54 Mbps
		IEEE 802.11n	2.4 / 5 GHz	250 m	600 Mbps
		IEEE 802.11ac	5 GHz	250 m	1.3 Gbps
WMAN	WiMAX	IEEE 802.16	2-11 GHz y 10-66 GHz	50 km	70 Mbps
WWAN	Móvil	AMPS, GSM, GPRS, UMTS, HSDPA, LTE	700 MHz, 850 MHz, 900 MHz, 1800 MHz, 1900 MHz, 2100 MHz, 2600 MHz	> 50 km	1 Gbps
	Satélite	DVB-S2	3-30 GHz	> 50 km	60 Mbps

Figura 5 Comparación entre diferentes tipos de redes inalámbricas [11].

Tecnologías utilizadas y comparándose en el mercado con respecto a los parámetros importantes: velocidad de transmisión y cobertura alcance de la transmisión de datos.

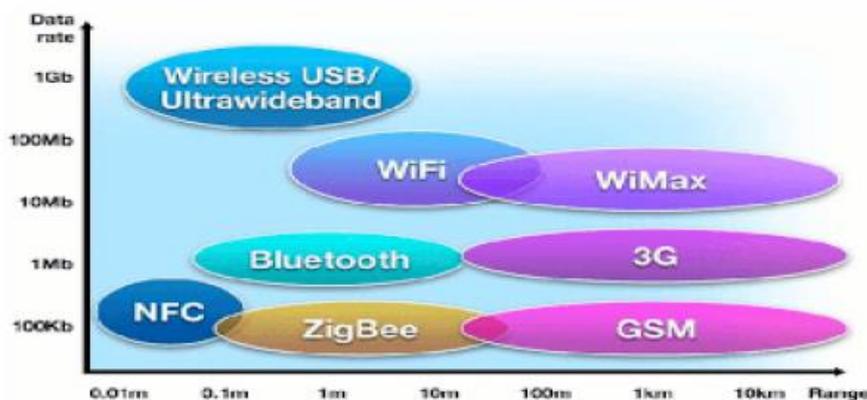


Figura 6 Tecnologías inalámbricas con respecto a su rango de cobertura y velocidad de datos [12].

En la actualidad el uso de IOT (Internet de las cosas) se ha usado para diferentes y distintos fines entre las principales plataformas está ThingSpeak las mismas que se encargan de adquirir y recopilar datos según las labores de nuestras vidas diarias, además en el campo de la ingeniería son usados en distintos tipos de sensores que facilitan leer los datos y a su vez poder desarrollar proyectos.

El diseño a implementar es un sistema para mantenimiento preventivo con sensores en un sistema de climatización tipo Split, la cual se encargará de monitorear con la ayuda de sensores tales como voltaje y corriente, permitiéndonos adquirir información del estado de consumo de nuestro aire y así poder dar un buen mantenimiento cuando lo requiera el mismo.

Este sistema a implementar se lo desarrollara en una vivienda que no cuenta con un sistema de monitoreo para aires acondicionados tipo Split de 12000 btu [13].

2.2 Internet de las cosas

2.2.1 Definiciones e inicios

El término Internet de las cosas es una extensión del internet de la cual ahora somos usuarios permanentes y conocemos la gran cantidad de información donde podemos encontrar información que se necesita gracias a la interconexión de millones de computadoras con datos de usuarios de todo el mundo. La evolución del Internet que conocemos empezó en la década de los 70 a los 80 cuando fueron creados los primeros protocolos de comunicación con base a nuestro internet por las principales universidades de Estados Unidos

IoT ha contribuido con un avance importante para sociedad en la actualidad existen millones de usuarios, hombres y máquinas que están participando a nivel mundial

activamente en el internet como en su vida laboral gracias a la tecnología inalámbricas disponibles tiene una gran cantidad de posibilidades de interacción en la red en cualquier lugar y momento, la tecnología ha servido como instrumento de ayuda a la toma de acciones en un mundo que converge lo físico con lo digital [14].

El internet de las cosas actual sería el conjunto de objetos inteligentes capaces de interactuar remotamente entre equipos conectados a una red de Internet incluso sin la intervención humana, hoy en día IoT es visto como conjunto de sensores capaces de monitorear desde un terminal conectado a una Pc, Tablet o Smartphone que estén conectados a internet a través de rede alámbricas e inalámbricas. El internet de las cosas tiene como objetivo de brindar a la persona con mucha más complejidad el acceso a internet y sean capaces de enviar y obtener información en cualquier lugar y momento [15].

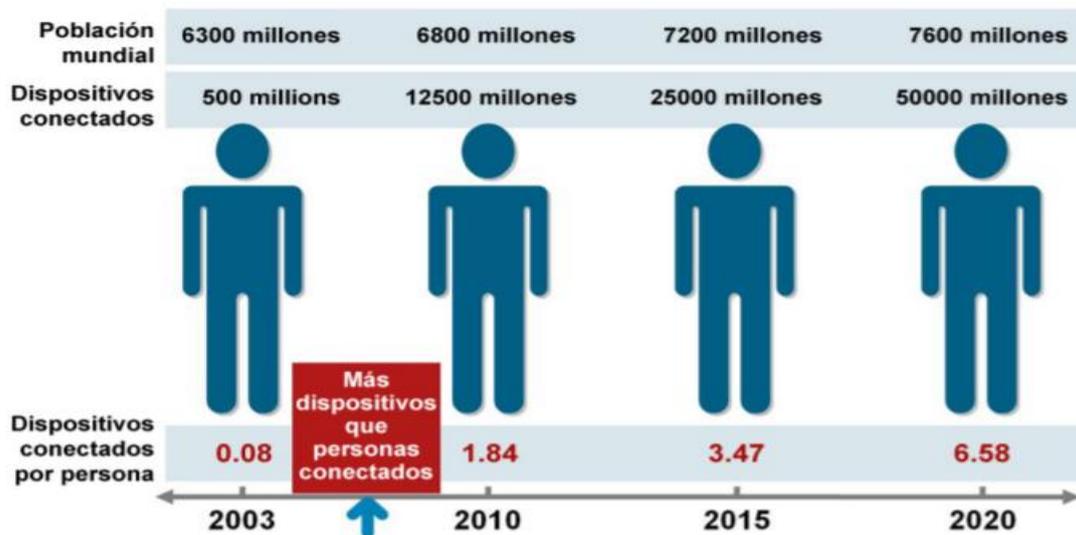


Figura 7 Momento que nace IoT [16].

2.2.2 Arquitectura de IOT

IoT debe cumplir algunos requisitos de arquitectura para que la tecnología pueda ser aplicada y viable esta consta de un conjunto de sensores que se conectan a uno o varios microcontroladores, tienen conectados a ellos que permiten la comunicación en ambos sentidos con un nodo pasarela el cual tiene un dispositivo inalámbrico conectado a él. Actualmente se desarrollan aplicaciones, plataformas y soluciones con su propio software y hardware la arquitectura debe ser capaz de interactuar con diferentes aplicaciones y exponer los componentes necesarios en un sistema para beneficiarios y desarrolladores [17].



Figura 8 Arquitectura de IoT [18].

2.2.3 Dispositivos de desarrollo IOT

Actualmente todos los dispositivos del 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, a modo de resultado van acogiendo también nuevos estándares de comunicación para realizar la transferencia de información entre ellos, también los protocolos como: Wi-Fi, Bluetooth BLE, Zigbee o Z-Wave son algunos de los más utilizados [19].

Tabla 1. Tecnología inalámbrica.

TECNOLOGIA	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

Autores: Jefferson Narváez—Neysa Robayo

Tabla 2. 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.

Autores: Jefferson Narváez—Neysa Robayo

2.2.4 Web Services

Se le define web Services a un estándar de comunicación a los procesos y componentes diseñado para multiplataforma y multilenguaje su accesibilidad es mediante protocolo de red, esto quiere decir que no es necesario estar en el mismo lenguaje de programación del Web Services como pueden ser Visual Basic, C# o Java o que plataforma de la nube este corriendo o dispositivo ya que puede ser Windows, Unix o Linux estos pueden ser accesibles y utilizables por cualquier plataforma o lenguajes de programación.

Web Services es una tecnología que nos permite la interoperabilidad de plataformas y lenguajes de la red, en general nos ha permitido procesar e ingresar información desde cualquier sitio por personas autorizadas por cualquier medio utilizando tecnología orientada a internet entre ellas están: FTP, HTTP, SMTP, Jabber entre otras. Se puede utilizar cualquiera de estas tecnologías para su implementación, pero actualmente se ha hecho popular HTTP por su facilidad de implementación y también porque cuenta con una gran cantidad de información para realizar consultas [20].

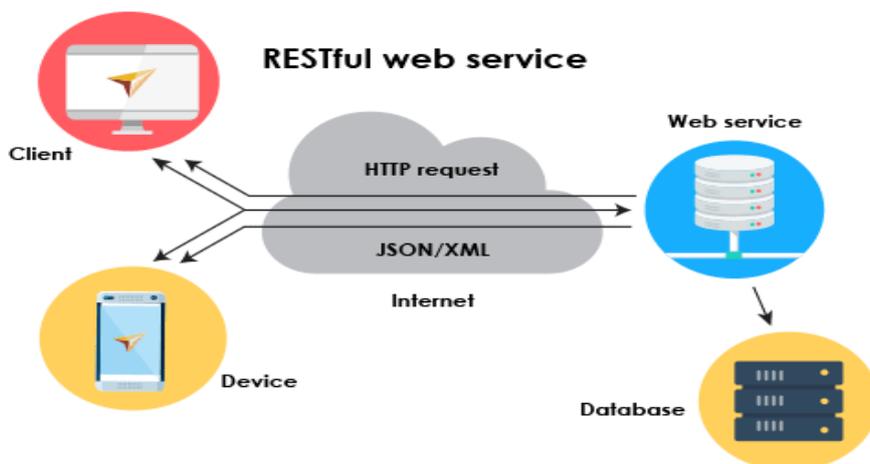


Figura 9 Esquema de Funcionamiento de un Web Service [21].

El diagrama de trabajo de un web servicios normalmente un cliente puede ser una persona u otro web Services o servidor realiza una petición desde su equipo por medio de internet a alguna aplicación o proceso. Web Services se localiza en un medio del usuario y el programa que ejecuta el proceso, respondiendo la solicitud para que otro lenguaje de programación tenga ingreso a información del programa [22].

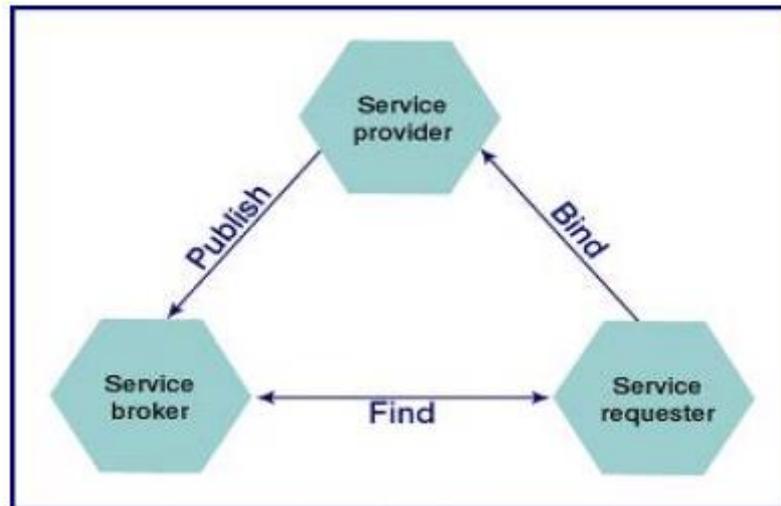


Figura 10 Diagrama de agentes que actúan en una solicitud web Services [23].

Un diagrama de web Services está compuesta un usuario del servicio, un proveedor del servicio y un registro. Un distribuidor de servicio informa una lista de servicios ofrecidos a un registro a su vez el cliente busca el servicio que está solicitando y se le devuelve una lista de los servicios que podrían trabajar según su solicitud, de la lista se procesa el más conveniente según parámetros ya estandarizados, el usuario realiza enlace con el proveedor seleccionado y este le hace entrega del servicio solicitado [24].

Los protocolos más utilizados para web Services según su funcionalidad son:

- **Descripción, Descubrimiento e integración Universal (UDDI):** Brinda un apoyo para encontrar un directorio donde se archivan y buscan

servicios web contruidos por distintos proveedores. Para un registro público para consultar servicios y su ubicación.

- **Web Service description lenguaje (WSDL):** Este Protocolo está basado en el lenguaje XML que es usado para definir los servicios web y también describir como accedes a los mismos, este protocolo tiene una propuesta de arriba, IBM y Microsoft para referir web Services la actuación de XML para W3C XML sobre protocolos para su funcionamiento.
- **eXtensible Markup Language (XML):** El protocolo XML es definido como un estándar que sirve para registrar, transportar e intercambiar datos.
- **Hypertext Transfer Protocol (HTTP):** Permite ejecutar una petición de datos y recursos como pueden ser documentos HTML, sirve para intercambiar datos en la web su estructura es de cliente-servidor, este protocolo es de uso libre y da soporte a las capas superiores.
- **Simple Mail Transfer Protocol (SMTP):** Es un protocolo simple de comunicación para enviar correos electrónicos a través del internet a ganado tanta popularidad por ser seguro rápido y fiables
- **Simple Object Access Protocol (SOAP):** Su función es permitir a los programas comunicarse vía http independiente de la plataforma y lenguaje. Maneja cualquier protocolo que consienta transportar mensajes de texto siendo HTTP el más utilizado.
- **TCP/IP:** Son unos estándares de comunicación para internet compuesta por TCP de control de transmisión y IP de internet.

Tabla 3. Capas del protocolo TCP/IP

CAPAS TCP/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.	ETHERNET, FDDI, TOKEN RING

Autores: Jefferson Narváez—Neysa Robayo

Protocolo de Control de Transmisión (TCP): Es un protocolo esencial del internet este nos permite que las aplicaciones consigan comunicarse con seguridad independientemente de las capas inferiores del modelo TCP/IP.

IP: Este protocolo es esencial del internet de comunicación de datos digitales de la capa de red según el modelo OSI [25].

I2C: Este es un protocolo y un puerto de comunicación con Arduino es muy utilizado en multitud de sensores esto se debe a la llegada IoT (Internet de las cosas), este protocolo solo utiliza dos pines donde se pueden conectar varios sensores [26].

2.2.5 Comunicación Inalámbrica Wifi

El Wifi es una red de área local inalámbrica basada en los estándares IEEE 802.11 que utiliza frecuencias 2,4 GHz e ISM de 5 GHz. Wi-fi proporciona a acceso a Internet a dispositivos con cobertura de 20 a 40 metros aproximadamente del router. Las redes de área local (LAN) que están basadas en Ethernet a dispositivos habilitados para WI-FI, lo que permite a los dispositivos recibir y enviar información desde Internet a una velocidad de datos es hasta 600 Mbps dependiendo de la frecuencia del canal utilizado y la cantidad de antenas.

2.3 Dispositivos empleados para el monitoreo de sistemas de climatización tipo Split

2.3.1 Arduino

Para esta implementación se tomó en cuenta a utilizar Arduino como microcontrolador principal del sistema, ya que es un dispositivo con procesamiento independiente, cuenta con un lenguaje de programación de amplio uso facilitando las búsquedas de información en la red, permite además aplicar protocolos como HTTP también tiene una memoria con capacidad notable que lo hace factible para la implementación de una estructura de respuesta web Services.

Arduino es una de las placas más populares del mundo conocida por los amantes de la electrónica contando con un gran número de tarjetas, las mismas que pueden ser usadas para distintas aplicaciones, para esta implementación se planteó usar específicamente el Arduino Mega el cual está basado en un microcontrolador AT mega 2560, también cuenta con 54 pines de entradas y salidas digitales , 15 pueden ser usadas como salidas PWM, 16 entradas analógicas, 256KB de memoria flash y otras como v+ ,negativo y Gnd .

El mismo cuenta con un oscilador de cristal de 16Mhz, conector USB, botón y de voltaje, un botón de reset y una cabecera ICSP permitiéndonos conectar tarjetas que complementan su funcionalidad (Tarjetas Ethernet, WIFI, GPRS, GSM, entre otras). Esta placa opera a un voltaje de 5v y corriente CD de 40 mA.

La comunicación entre el Arduino y la computadora se realiza a través del puerto serie ya que posee un convertidor usb-serie, lo que facilita conectar al dispositivo con la computadora mediante un cable USB como el que usan las impresoras.



Figura 11 Arduino mega 2560 [27].

2.3.2 Tarjeta wifi esp8266 modelo Node mcu v1.0/v3

El ESP 8266 Node MCU es un módulo inalámbrico Wifi el mismo que será usado para este proyecto gracias a su bajo costo, consumo y a su facilidad de uso, tiene compatibilidad con Arduino y a la vez poder ser usados en cualquier proyecto orientado a IOT.

El ESP8266 Node MCU tiene la adaptabilidad de conectarse a una red Wifi y así puede enviar y recibir datos de internet además tiene un adaptador serie/USB y se alimenta a través del micro USB, funciona a 3.3 v y con una corriente de arranque aproximadamente de 215mA. Tiene varios lenguajes a programas como LUA, Python, Basic o JavaScript, hoy en día se puede programar a través del IDE oficial de Arduino además cada módulo viene preprogramado con firmware de comandos AT permitiéndonos conectar con nuestros dispositivos.

Este módulo ESP 8266 Node MCU cuenta con una capacidad de almacenamiento y procesamiento lo bastante potente y así ser usado con sensores y otros dispositivos a través de sus GPIOs(pines) ya que cuenta con varias entradas disponibles y ser usadas según lo configure y usen los usuarios.

Además, cuenta con varios tipos de módulos como:

- ESP8266 modelo ESP-01
- ESP8266 modelo ESP-02
- ESP8266 modelo ESP-03
- ESP8266 modelo ESP-05
- ESP8266 modelo ESP-12
- ESP8266 NodeMCU [28].

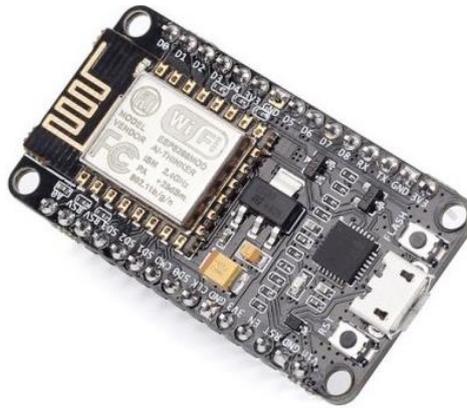


Figura 12 Modulo ESP8266 NodeMCU [29].

Sus características más importantes del módulo ESP 8266 Node MCU son las siguientes:

- Procesador: ESP8266 80MHz a 3.3V
- 4MB de Memoria FLASH (32 MBit)
- Wifi 802.11
- Regulador 3.3V integrado a 500mA
- Conversor USB-Serial CH340G / CH340G
- Función Auto-reset
- 1 entrada analógica (1.0V Max)
- Pulsador de RESET
- Entrada alimentación externa VIN de 20V Max

2.3.3 Sensor de corriente alterna no invasivo sct-013 de 100 amperios

El sensor de corriente no invasivo o también conocido como transformador de corriente de núcleo dividido nos permitirá conocer la magnitud de corriente alterna que circula en un conductor sin la necesidad de cortar o abrir el circuito ya que se

engancha alrededor de la línea de alimentación de nuestro sistema acondicionado tipo Split, así podrá actuar como inductor que responde al campo magnético generado por el conductor de corriente al que fue fijado. Lo podemos usar con cualquier microcontrolador ya sea PiCs o Arduino, es capaz de medir hasta 100Amp nominal y solo funciona correctamente en circuitos de corriente alterna lo que lo hace perfecto para ser usados en proyectos en los cuales son necesarios monitorear consumos de energía y equipos de medición CA. El sensor de corriente alterna no tiene resistencia de carga por lo que es necesario un circuito de acople que convierta la corriente inducida de la bobina, en una tensión pequeña que pueda ser medida [30].

La precisión del sensor puede ser de 1-2%, pero para ello es muy importante que el núcleo ferromagnético se cierre adecuadamente. Hasta un pequeño hueco de aire puede introducir desviaciones del 10% [31].



Figura 13 Sensor de corriente SCT013 alterna no invasivo [32].

Características del Sensor de corriente alterna no invasivo SCT013:

- Longitud del cable: 1 m aproximado
- Modelos disponibles de 30-50 y 100A
- Conector: plug tipo audio 3.5 mm de 3 vías

- Temperatura de trabajo: -25°C hasta 70°C
- Frecuencia de operación: 50 Hz a 1 KHz

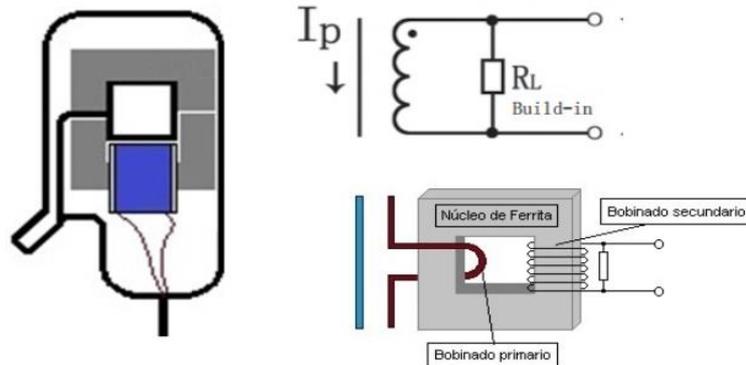


Figura 14 Diagrama de sensor de corriente SCT-013 de 100 A [33].

2.3.4 Sensor de voltaje zmpt101b

El sensor de voltaje AC viene integrado por un transformador que cumple la función de aislamiento galvánico para mayor seguridad al ser usado, en el lado primario del transformador se conecta al voltaje alterno que deseamos medir y en el lado secundario se tiene un divisor de tensión y un circuito con amplificador operacional LM358 para adicionar un desplazamiento (compensar) a la salida analógica, permite medir la tensión de fase de corriente alterna, está diseñado a partir de un transformador y ser utilizado para medir el voltaje de Corriente Alterna en nuestro sistema de climatización tipo Split.

Permite medir voltaje de baja tensión y cuenta con una salida analógica ajustable gracias al potenciómetro en la placa, este sensor es ideal para aplicaciones de monitoreo de energía además es muy común en aplicaciones de IOT (Internet of Things) y domótica y solo puede medir voltaje AC, este sensor soluciona el problema reduciendo el voltaje AC de la entrada a un voltaje menor y ser leído por cualquier microcontrolador que

cuenta con entradas analógicas como es el caso del Arduino mega 2560 para poder leer el voltaje instantáneo [34].



Figura 15 Sensor de voltaje zmpt101b [35].

2.3.5 Características de nuestro sensor de voltaje zmpt101b

- Voltaje de alimentación: 5V – 3.3V DC.
- Voltaje alterno de entrada máx.: 250V AC.
- Voltaje alterno de salida máx.: 5V AC.
- Corriente nominal de entrada y salida: 2mA.
- Señal de Salida: Analógica Senoidal.
- Aislamiento eléctrico entrada: hasta 3000V [36].

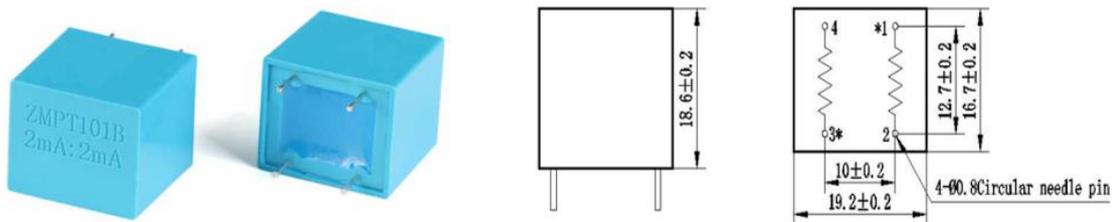


Figura 16 Diagrama sensor de voltaje ZMPT101B [37].

Observaciones

- Entrada primaria: 1、 2 pines salida secundaria: 3、 4 pines. o
- Entrada primaria: 3、 4 pines salida secundaria: 1、 2 pines ("*"Misma polaridad).
- Error de ángulo de fase: $\leq 20^\circ$ (entrada 2mA, resistencia de muestreo 100Ω)
- Error admisible: $-0,3\% \leq f \leq +0,2\%$ (entrada 2mA, resistencia de muestreo 100Ω)
- Voltaje de aislamiento: 4000V [38].

2.3.6 Convertidor ads1115

El ADS 1115 será utilizado con el sensor de corriente para nuestro proyecto para poder tener más exactas nuestras lecturas de datos de corriente, este ADS1115 es un convertidor analógico digital externo, su principal propósito es poder cambiar una señal analógica en una señal digital y ser procesada por un microcontrolador para sus múltiples propósitos, dispone de una exactitud y calidad de conversión de 16 bit. Con el convertidor analógico ADS1115 permite comunicarse a través de Arduino o ESP8266 mediante I2C (es un puerto y protocolo de comunicación serial) [39].

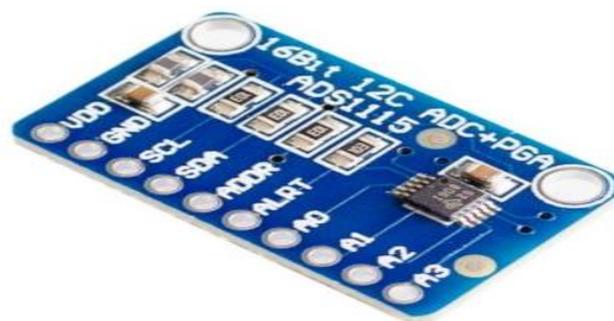


Figura 17 Modulo ADS1115 de 16 bits [40].

2.3.7 Características principales ads1115

- Voltaje de operación de 2V a 5,5V
- Velocidad de muestreo programable de 8 Hz a 860 Hz
- Resolución 16-bit
- Canales 4 canales de entrada o 2 diferenciales
- Interfaz de comunicación I2C (4 direcciones)

2.3.8 Pantalla lcd 20x4

Con la pantalla LCD permite visualizar los datos recopilados por los sensores de voltaje y corriente según la programación en Arduino. La pantalla LCD es un dispositivo que tiene dos filas de 16 caracteres cada una que es usado para mostrar todo tipo de información sin importar que tipo de símbolos o caracteres sean, el idioma o lenguaje gracias al sistema que puede mostrar cualquier carácter alfa numérico ,símbolos y algunas figuras varía dependiendo del modelo del dispositivo y es controlado por un microcontrolador uno de ellos es el Arduino que está programado para dirigir el funcionamiento y la imagen a mostrar en la pantalla.

Las ventajas que ofrece al utilizar este tipo de pantallas LCD están el mínimo consumo de energía o corriente eléctrica, la programación es sumamente sencilla, tienen usos variados y en varios campos como la informática, las telecomunicaciones, la industria automotriz la robótica entre otras. En la programación y procesos informáticos, estos aparatos solo requieren de 6 pines para poder conectarse con el microcontrolador, la programación en lenguajes de alto nivel es muy sencilla, incluso para inexpertos [41].



Figura 18 Pantalla LCD 20X4 [42].

2.4 Análisis y elección de la plataforma IOT

Actualmente ha crecido la necesidad de estar constantemente conectados y poder monitorear cualquier equipo, cosa u objeto se ha convertido en un tema de desarrollo. Hoy en día las principales plataformas de software que hay actualmente son de código abierto lo que nos indica que es un código diseñado de manera accesibles al público, el propósito son los beneficios prácticos que reúnen los programadores que les sea fácil escribir, modificar, distribuir el código de una manera que pueda obtener parámetros para luego ser procesados según sea el requerimiento de manera que permita ser un beneficio de la información al usuario.

2.4.1 Plataforma ThingSpeak

ThingSpeak es una plataforma que brinda un beneficio de análisis apoyado en IoT que permite añadir, examinar y visualizar datos de forma directa a partir de flujos de la nube. También permite llevar a cabo las visualizaciones inmediatas de los datos enviados por los dispositivos asimismo se puede realizar con código de MATLAB para el análisis y procesamiento a medida que se reciben. Últimamente ThingSpeak ha sido utilizado

frecuentemente para diseñar prototipos y pruebas de concepto de los sistemas IoT que requieren observación de grandes volúmenes de datos.

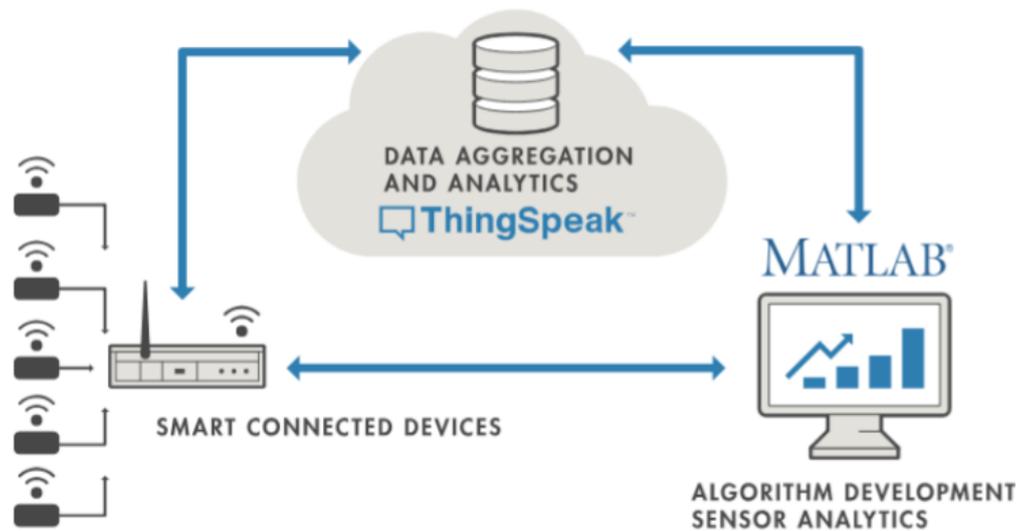


Figura 19 Diagrama ThingSpeak [43].

2.4.2 ThingSpeak y sus características

- Sencilla configuración de los dispositivos que envían datos a ThingSpeak.
- Visualiza en tiempo real los datos conseguidos de los diferentes sensores.
- Utiliza la potencia de Matlab para procesar los datos.
- Prototipado y construcción de sistemas IoT sin obligación de servidores o desarrollo software.
- Procede automáticamente sobre los datos consintiendo también la comunicación con servicios como Twilio o Twitter [44].

2.4.3 IFTTT

IFTTT es una página que nos permite crear y programar acciones entre diferentes tareas en la red. *If this, then that*, (si esto, entonces lo otro) permite conectar fácilmente con aplicaciones como Gmail™ y Twitter para automatizar las tareas diarias, para lo cual permite crear reglas y tareas realizadas por el usuario casi sin límite. Su objetivo es ahorrar tiempo a los usuarios realizando operaciones que normalmente requieren unos pocos clics.

Esta plataforma permite conectar a diferentes servicios online y automatizar todo tipos de tareas mediante el uso de sentencias, es decir lo que se desea realizar con forma lógica, los usuarios pueden hacer cosas que normalmente les tomarían varios clics.

En este proyecto fue utilizado el correo electrónico (GMAIL), permitiendo recibir notificaciones acerca de la página ThingSpeak ya que con IFTT puede generar sentencias las mismas que el usuario configurara como, "la corriente del aire acondicionado a excedió su rango normal" y tener conocimiento del funcionamiento de los equipos en tiempo real.

Servicios disponibles para interactuar:

- Craigslist.
- Digg.
- Dropbox.
- Email.
- Ebay.
- Facebook.

- Spotify.
- Instagram.
- Twitter [45].

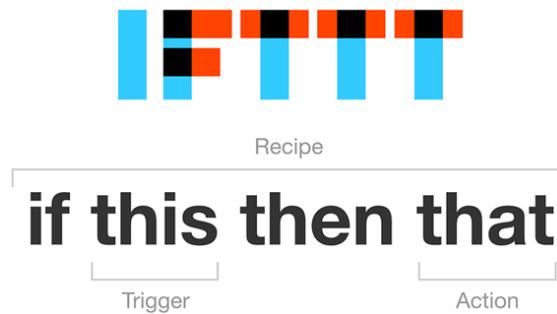


Figura 20 Plataforma IFTTT [46].

2.4.4 Sistemas de adquisición de datos

La adquisición de datos son los productos o los procesos utilizados para recopilar información para documentar o analizar el comportamiento de una carga eléctrica.

Es necesario medir las variables de energía eléctrica, como la tecnología ha avanzado este tipo de proceso se ha simplificado y hecho más preciso a través de los sensores de corriente y voltaje de este modo permite al usuario analizar el comportamiento de la carga del aire acondicionado de esta forma podrán tomar señales analógicas de corriente y voltaje.

Para evaluar es muy indispensable tomar las señales analógicas de corriente y voltaje por esto es muy indispensable utilizar elementos a altas velocidades de adquisición. [47].

2.5 Cálculo de la Potencia

Datos de las variables [V] e [I] se incorporan las señales $v(t)$ e $i(t)$, de este modo la potencia está dada por la ecuación.

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

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.

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

Donde

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

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 [48].

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

Donde

N: es el número de muestras

Pactiva: Potencia activa

V: voltaje del sensor [V]

I: corriente del sensor [A].

CAPITULO III

DISEÑO DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL CONSUMO ENERGÉTICO CON IOT Y MANTENIMIENTO DE LOS EQUIPOS DE CLIMATIZACION.

3 Especificaciones del sistema de monitoreo

El sistema de monitoreo de corriente utilizando hardware de bajo costo para su visualización a través de una aplicación web consta de las siguientes etapas: desarrollo del prototipo para el sistema de monitoreo, desarrollo del código C++, comunicación entre los dispositivos, obtención de datos del sensor de voltaje y corriente, la obtención y procesamiento del cálculo de potencia, obtención de los reportes, envío de mensaje de alerta por correo electrónico.

Todas estas funciones corresponden al desarrollo del sistema de monitoreo, ya que cada una de ellas es de suma importancia porque todas la conforman y una depende de la otra.

3.1 Estructura de la red del sistema

El dispositivo que almacena los datos para el sistema de monitoreo es la tarjeta Arduino Mega2560 debido a su bajo costo, óptimo rendimiento y bajo consumo energético, el dispositivo se conecta a la red vía inalámbrica mediante el módulo wifi ESP8266.

El sistema siempre estará conectado a internet mediante wifi siempre y cuando este encendido el prototipo. Esto permitirá acceder a la interfaz del servidor de la nube donde se visualizará el comportamiento de consumo de energía el dueño de la residencia

será el único que tenga acceso a la información de los datos almacenados dentro del sistema cuando el canal este configurado de forma privado o también puede ser configurado el canal de forma público y pueda ser accedido por otras personas insertado el número de canal y el API KEY. La IP estática de la plataforma de la nube 184.106.153.149 que permite ingresar de manera más rápida.

3.2 Análisis de comunicación entre los dispositivos

El proceso de la comunicación entre los dispositivos utilizados para el sistema de monitoreo se efectuara un análisis teniendo en cuenta la conexión de todos los dispositivos entre sí para dar paso a la aceptación y muestra de información los datos son transmitidos en tiempo real, donde los equipos que lo conforman se vinculan entre sí, cada uno de ellos tienen una dependencia para su tarea de acceso y administración del almacenamiento de información, cada comunicación tiene su propia secuencia dependiendo de las funciones que realicen.

3.3 Conexión de la tarjeta ESP8266 NODE MCU a internet.

La tarjeta ESP8266 es un dispositivo que cuenta con acceso a wifi para conectarse a los proveedores de servicios de internet de manera inalámbrica. Para conectarse a internet se procede a programar un código en Arduino donde se introduce el nombre de la red de internet y la contraseña, en este mismo código se introduce el número del canal y el API KEY de ThingSpeak.



Figura 21 Diagrama de conexión de datos de la tarjeta ESP8266NodeMCU al sistema de monitoreo.

Autores: Jefferson Narvález —Neyser Robayo.

3.4 Arquitectura general del sistema de monitoreo

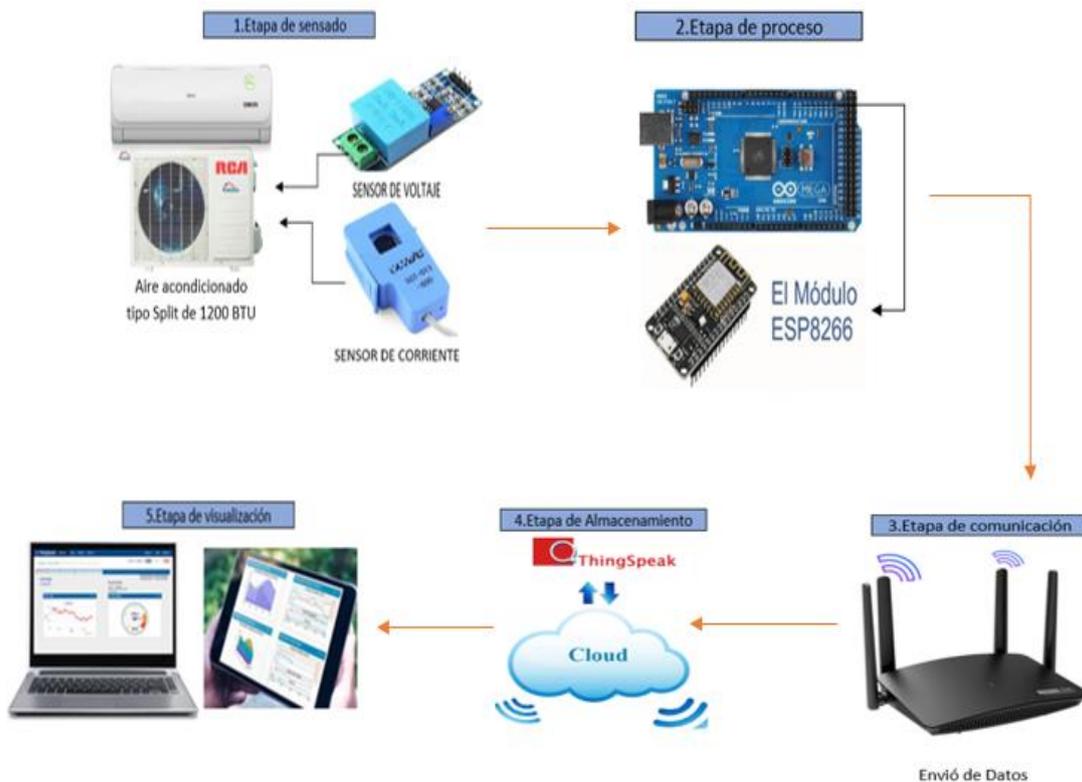


Figura 22 Arquitectura del sistema de monitoreo.

Autores: Jefferson Narvález—Neyser Robayo.

3.5 Etapa de proceso de señales

Sabiendo que el sistema necesita de un monitoreo continuo se elaboró una programación para poder procesar inmediatamente la información recopilada de los datos obtenidos del aire acondicionado tipo Split durante el tiempo programado, para enviarlos nuevamente a la tarjeta de IOT. El proceso de programación se inicia con el microprocesador Arduino Mega 2560, con esta placa de código abierto permite obtener los datos de los sensores de voltaje y corriente mediante el algoritmo de control visualizado en la figura 21. Indica como es el funcionamiento de enviar datos a la tarjeta ESP8266 Node MCU la información obtenida utilizando el protocolo serial permitiéndonos tener datos más fluidos, además de utilizar sensores no invasivo y librerías en un tiempo determinado.

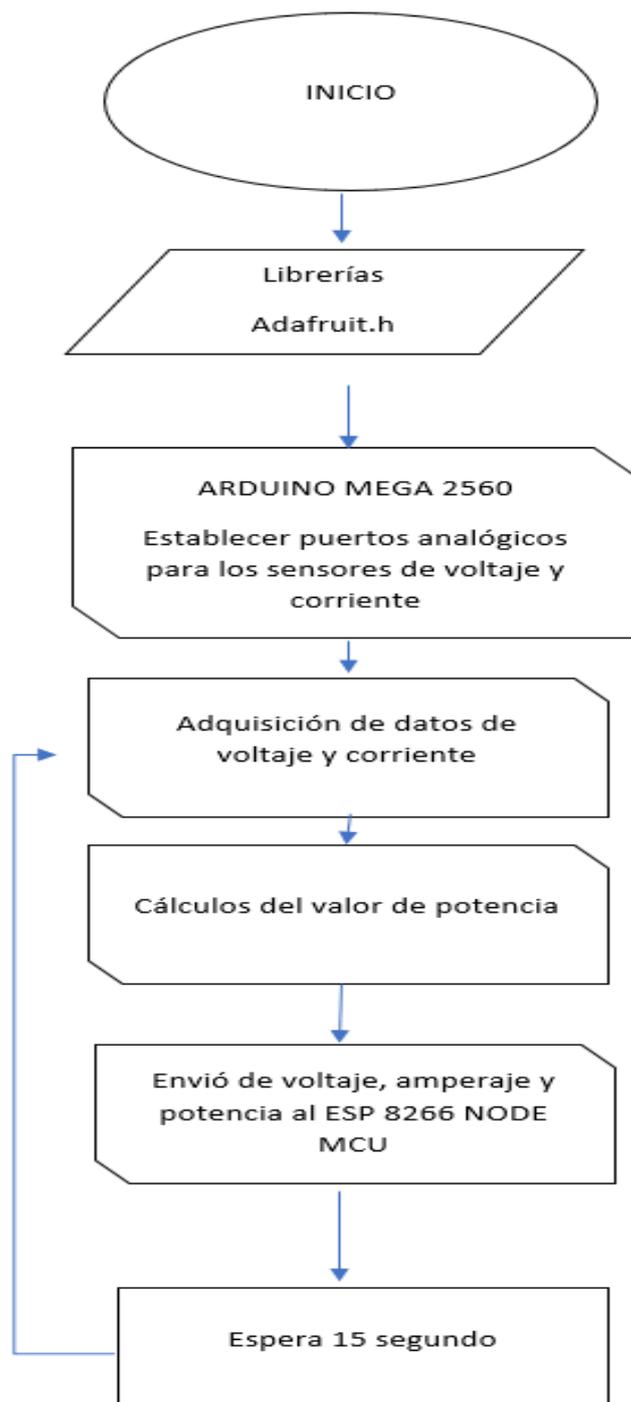


Figura 23 Diseño del proceso de señales.
 Autores: Jefferson Narváez—Neyser Robayo.

3.6 Etapa de comunicación

El ESP 8266 Node MCU ayuda en el desarrollo de IOT, el algoritmo mencionado en el diagrama que permite acceder a la comunicación con la plataforma ThingSpeak, puede ser visualizada el voltaje, amperaje y potencia que consume la carga eléctrica durante el tiempo que está siendo monitoreado y así obtener datos adquiridos del sistema de climatización.

En el diagrama de flujo se define notoriamente los pasos del diseño real para el monitoreo del sistema de climatización una vez que este encendido el dispositivo, todos los componentes empezaran a iniciar con sus respectivas funciones. El sistema o programa ya cargado en nuestro Arduino Mega verificará que la interfaz de conexión esté funcionando adecuadamente, el módulo ESP8266 Node MCU verificará continuamente la conexión a internet una vez estando listo para recibir y transferir la lectura obtenida por los sensores de forma inalámbrica será enviada hacia el servidor ThingSpeak. Si la conexión a internet es inestable o no coincide, se volverá a realizar de nuevo la conexión y ser visualizada en nuestra plataforma ya mencionada.

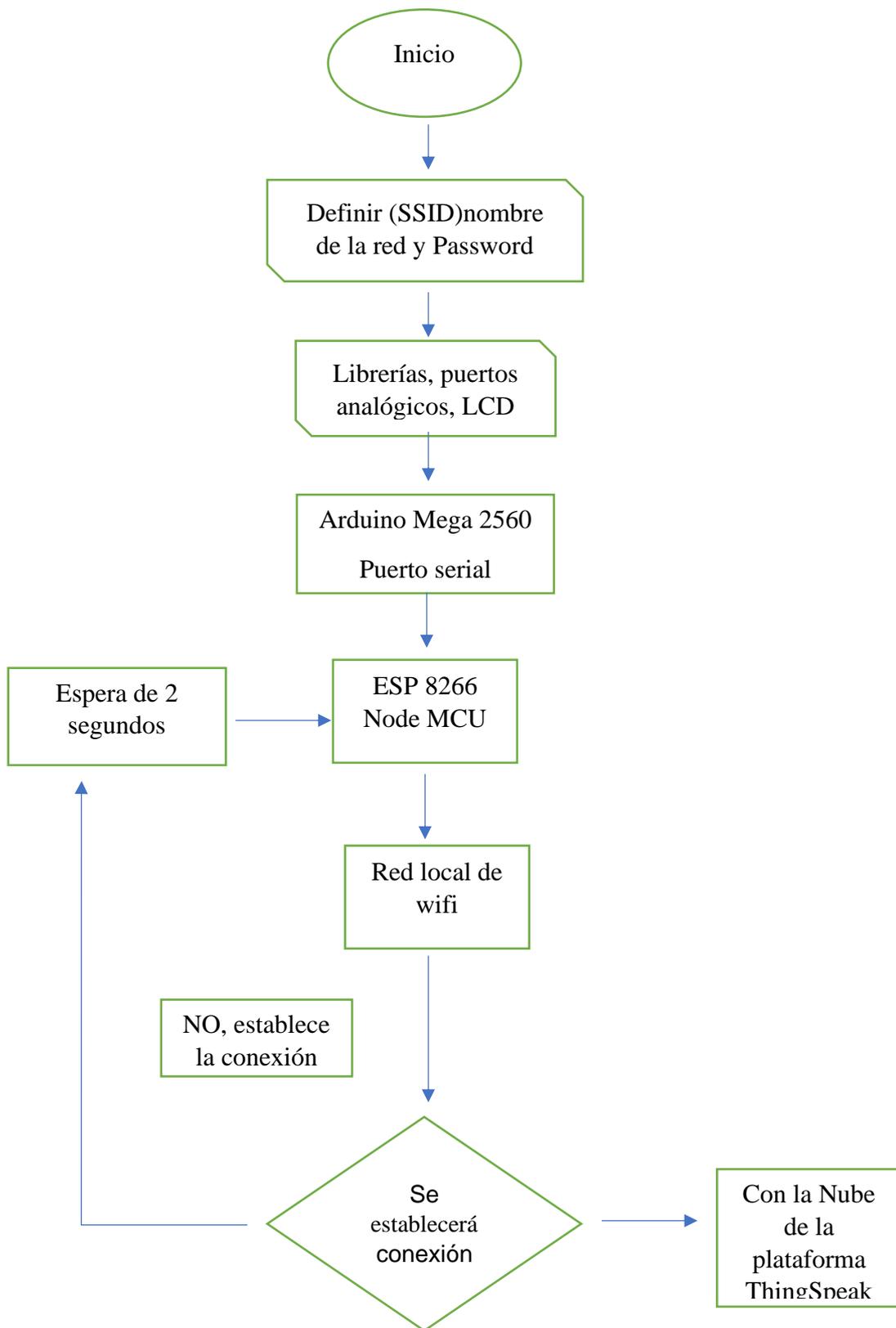
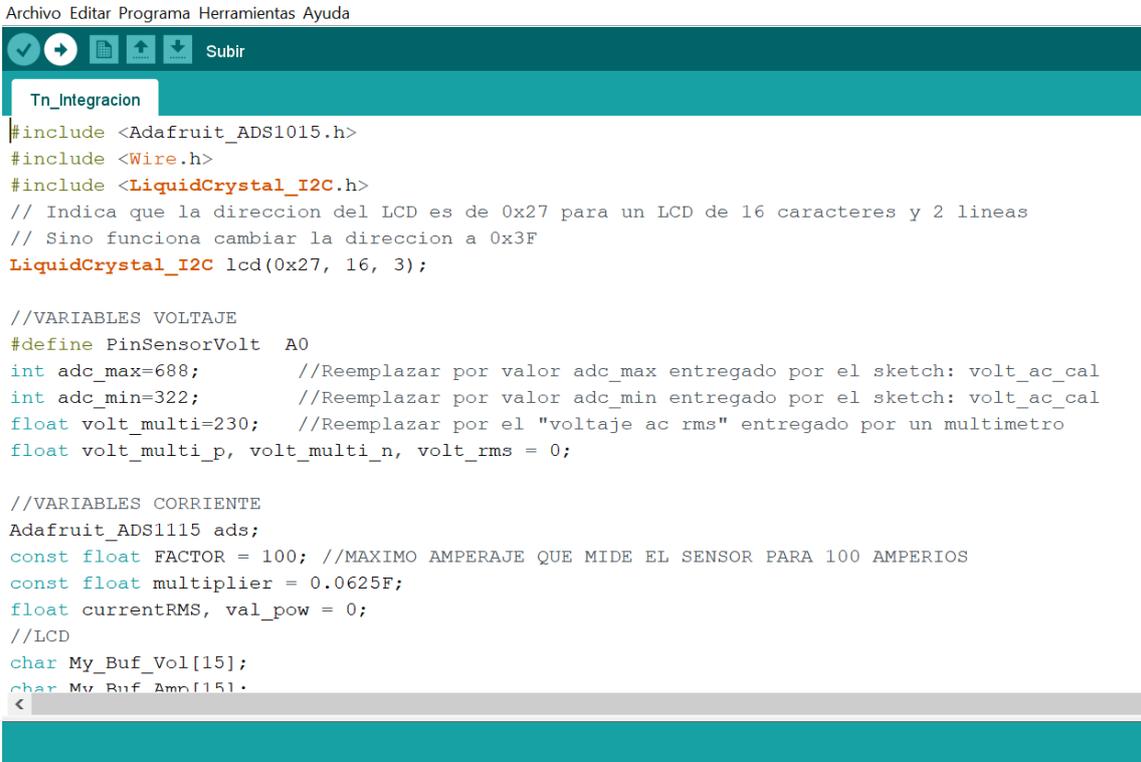


Figura 24 Algoritmo de comunicación y envío de datos desde los dispositivos de IoT.

Autores: Jefferson Narváez - Neyser Robayo.

3.7 Programación para adquisición de datos Arduino

Para la adquisición y envío de datos se utilizó el lenguaje de Arduino basado en C. Dicha programación tendrá incluida las librerías y variables necesarias para los sensores y componentes que conforman el prototipo tales como: ADS1115, Sensor de voltaje, sensor de corriente y pantalla LCD 20x4.



```
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda
Subir
Tn_Integracion
#include <Adafruit_ADS1015.h>
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
// Indica que la direccion del LCD es de 0x27 para un LCD de 16 caracteres y 2 lineas
// Sino funciona cambiar la direccion a 0x3F
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 3);

//VARIABLES VOLTAJE
#define PinSensorVolt A0
int adc_max=688; //Reemplazar por valor adc_max entregado por el sketch: volt_ac_cal
int adc_min=322; //Reemplazar por valor adc_min entregado por el sketch: volt_ac_cal
float volt_multi=230; //Reemplazar por el "voltaje ac rms" entregado por un multmetro
float volt_multi_p, volt_multi_n, volt_rms = 0;

//VARIABLES CORRIENTE
Adafruit_ADS1115 ads;
const float FACTOR = 100; //MAXIMO AMPERAJE QUE MIDE EL SENSOR PARA 100 AMPERIOS
const float multiplier = 0.0625F;
float currentRMS, val_pow = 0;
//LCD
char My_Buf_Vol[15];
char My_Buf_Amp[15];
<
```

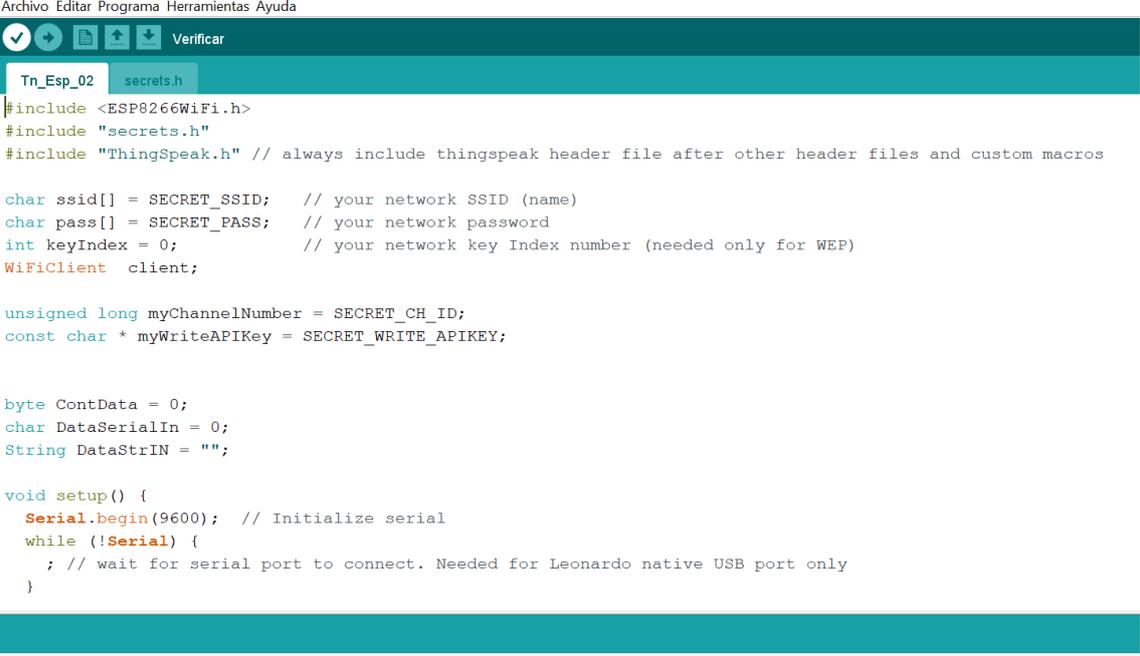
Figura 25 Programación para Arduino Mega 2560

Autores: Jefferson Narváz – Neyser Robayo.

3.8 Programación para el envío de datos a la nube

Esta programación fue realizada para el ESP8266, contiene las configuraciones necesarias para conectarse a la red local del router esto permite conectarse a la nube de la

plataforma ThingSpeak y ser visualizado y almacenados los datos proporcionados por los sensores.



```
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda
✓ ↻ 📄 ⬆️ ⬇️ Verificar
Tn_Esp_02 secrets.h
#include <ESP8266WiFi.h>
#include "secrets.h"
#include "ThingSpeak.h" // always include thingspeak header file after other header files and custom macros

char ssid[] = SECRET_SSID; // your network SSID (name)
char pass[] = SECRET_PASS; // your network password
int keyIndex = 0; // your network key Index number (needed only for WEP)
WiFiClient client;

unsigned long myChannelNumber = SECRET_CH_ID;
const char * myWriteAPIKey = SECRET_WRITE_APIKEY;

byte ContData = 0;
char DataSerialIn = 0;
String DataStrIN = "";

void setup() {
  Serial.begin(9600); // Initialize serial
  while (!Serial) {
    ; // wait for serial port to connect. Needed for Leonardo native USB port only
  }
}
```

Figura 26 Programación para ESP8266

Autores: Jefferson Narvález – Neyser Robayo.

3.9 Manejo de la plataforma ThingSpeak

La plataforma ThingSpeak permite recopilar los datos de los sensores que serán enviados desde el Arduino Mega 2560, permitiendo visualizar mediante graficas de consumo de potencia del equipo de climatización. Los canales tienen como función de almacenar la información y posteriormente ser visualizada para el muestreo de datos cada 15 segundos.

La plataforma tiene la API que permite transmitir y almacenar los datos mediante el protocolo HTTP de este modo los canales puede ser público o privado y dentro de cada canal pueden añadirse visualizaciones o widgets, que pertenece a Mathworks el mismo que permite realizar análisis de datos de mayor tamaño [49].

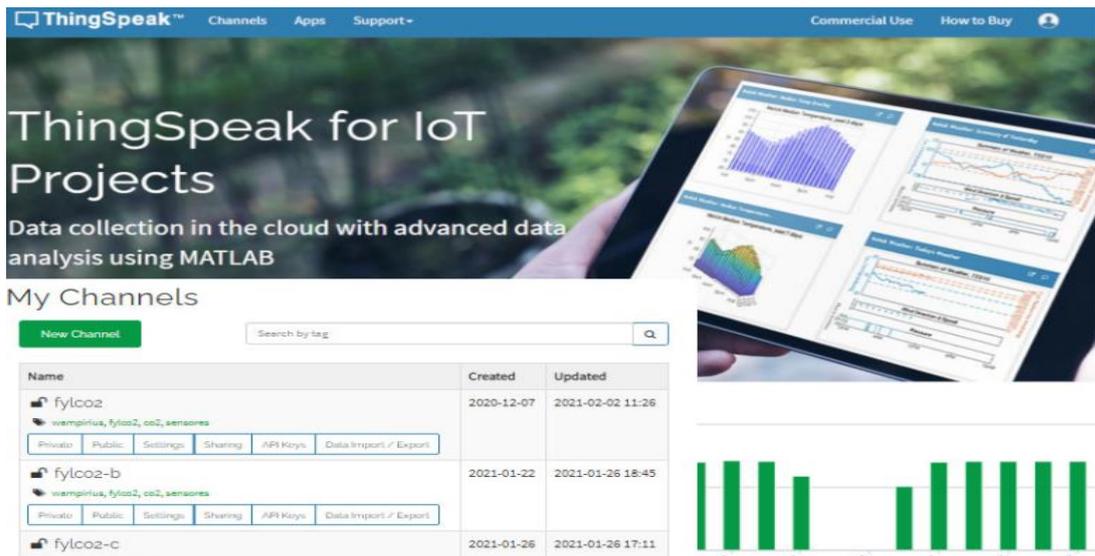


Figura 27 Plataforma ThingSpeak [50].

Para realizar el estudio planteado se crea un canal en la plataforma para el registro tanto de datos como de visualización, con la versión gratuita que permite hasta cuatro canales de monitoreo la configuración de la red nos brindara la lectura de los sensores dentro del hogar o residencia para el monitoreo del equipo de climatización. El propósito es obtener características de consumo con él envío de la información recolectada de los sensores y enviarlas al canal creado.

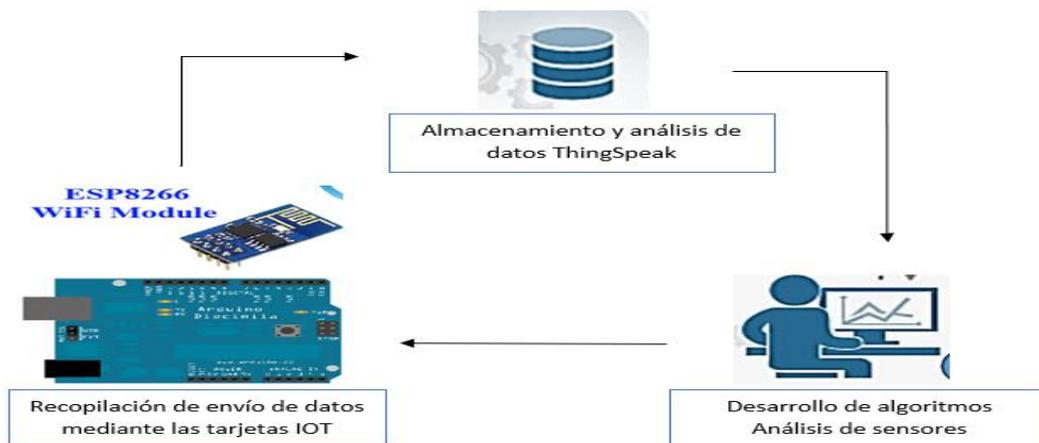


Figura 28 Arquitectura para una red IOT.

Autores: Jefferson Narvaez – Neyser Robayo .

3.10 Configuración del canal de ThingSpeak

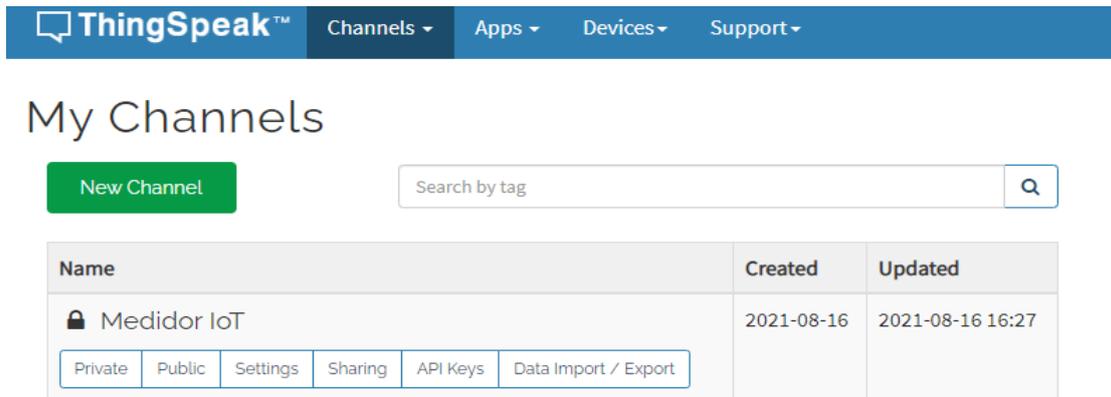


Figura 29 Canal creado en ThingSpeak.

Autores: Jefferson Narvález — Neyser Robayo.

Cuando se crea un canal y envié de información se genera una identificación con una llave API la misma que permite enlazar con la programación de IDE. A continuación, se mostrará dónde ubicar la identificación del canal y API como se indica en la figura anterior ya que menciona los parámetros que serán tomados en cuenta para el enlace.

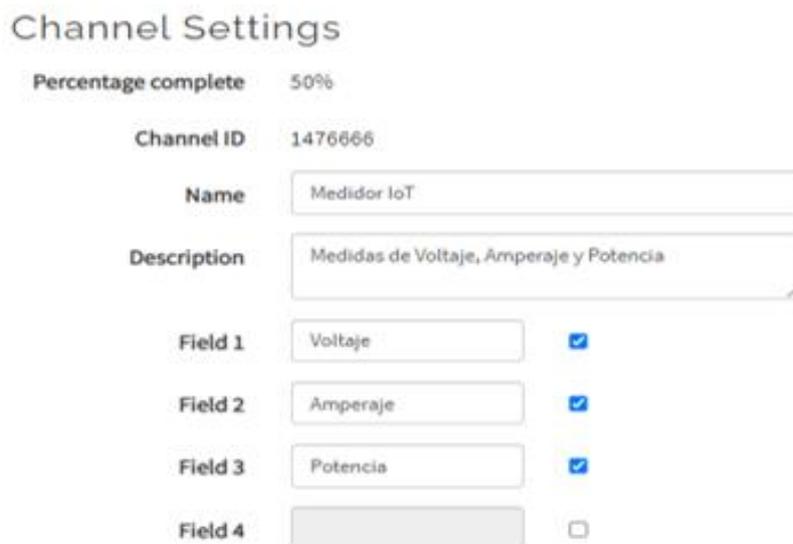


Figura 30 Configuración del canal de visualización.

Autores: Jefferson Narvález—Neyser Robayo.

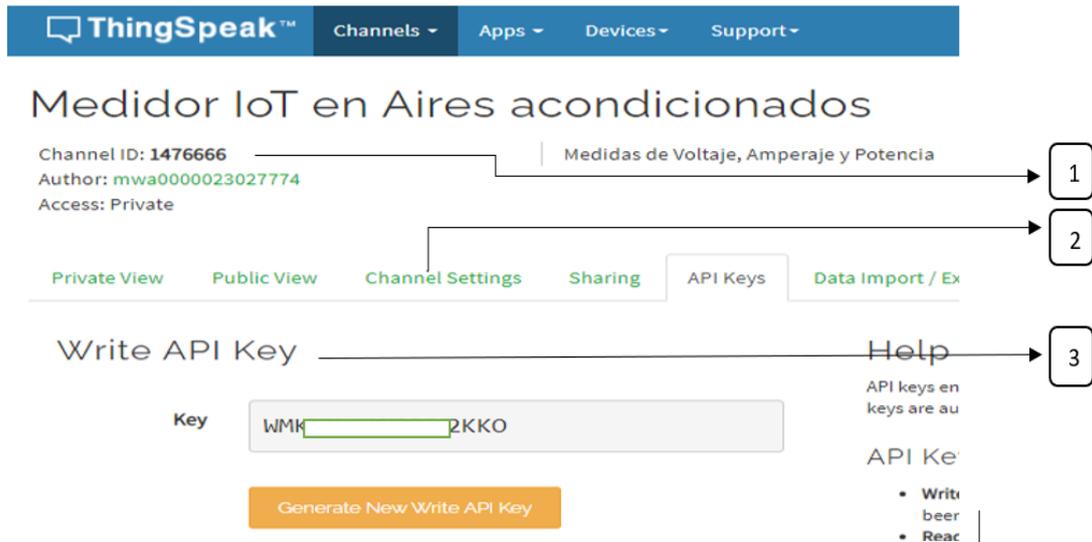


Figura 31 1) Usuario 2) Configuración 3) API KEY de enlace

Autores: Jefferson Narváz - Neyser Robayo.

3.11 Presentación de datos mediante la plataforma ThingSpeak

Una vez conectado y funcionando el prototipo se procederá a visualizar el comportamiento del aire acondicionado en la plataforma de ThingSpeak mediante la comunicación wifi dichos datos serán observados en tiempo real el consumo, las actualizaciones de datos será cada 15 segundos.



Figura 32 Presentación de resultados en la plataforma ThingSpeak.

Autores: Jefferson Narváz – Neyser Robayo.

3.12 Aplicación de ThingSpeak

La plataforma ThingSpeak cuenta con la aplicación ThingShow la misma que puede ser descargada desde los celulares (smartphone), para poder ingresar a la APP mediante el Channel ID y el API Keys, donde cumple con la finalidad de visualizar los datos de voltaje, amperaje y potencia del sistema de climatización en tiempo real al igual que en la plataforma.

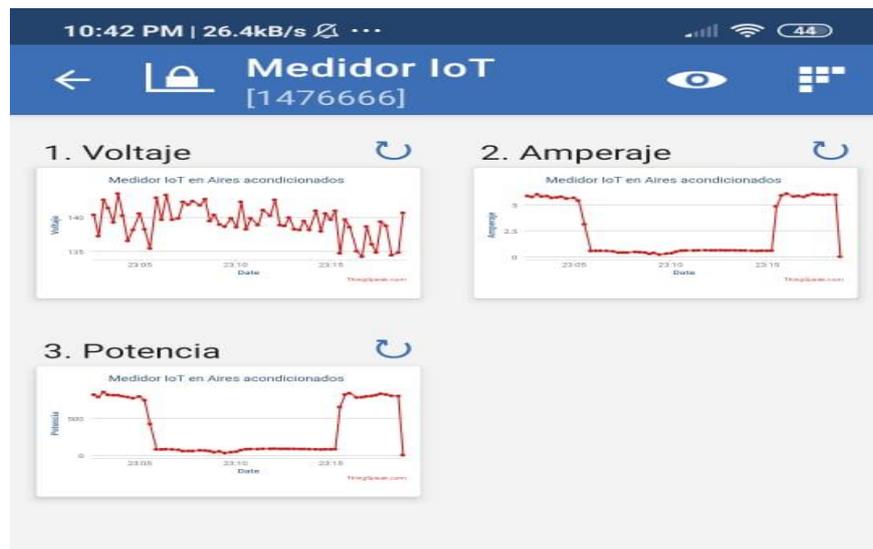


Figura 33 Aplicación ThingSpeak para celular.

Autores: Jefferson Narváez – Neyser Robayo.

3.13 Manejo de la plataforma IFTTT

Con la plataforma IFTTT estándar (gratuita) permite crear hasta 3 Applets (La plataforma conecta diferentes servicios online para automatizar todo tipo de tareas relacionadas con ellos, a las que se conoce como Applets o “recetas”.) la misma que se le agrega el correo electrónico para que permita llegar las notificaciones de alertas desde la plataforma ThingSpeak cuando los sensores sobrepasen el valor de potencia permitido. Envía y recibe información importante cuando necesiten de forma automática con este servicio. La acción “enviarme un correo electrónico” tiene un límite diario de 750

mensajes por día, momento en el que los applets se pausaran hasta que el límite se restablezca a las 12:00 [51].

Con la ayuda de Webhooks podremos integrar otros servicios en IFTTT para los proyectos y así puedan crear applets que funcionen con cualquier dispositivo o aplicaciones como ThingSpeak que pueda realizar o recibir una solicitud web y ser recibido un correo electrónico cuando Webhooks publique un nuevo activador o acción [52].

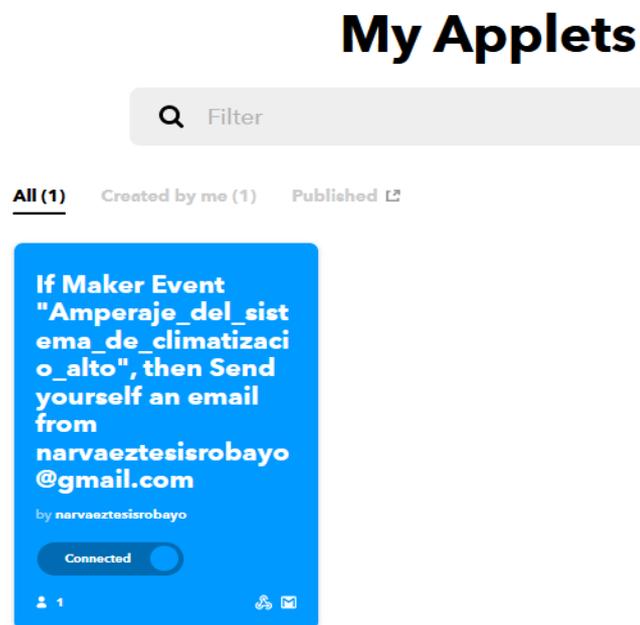


Figura 34 Plataforma IFTTT.

Autores: Jefferson Narvález – Neyser Robayo.

En la plataforma de IFTTT se ha creado la Applets las mismas que ayuda a realizar las notificaciones al correo electrónico.

Esta Applets se ha creado para indicar el amperaje alto y el estado en que esta en este caso si esta activada.



Figura 35 Evento de applet creada.

Autores: Jefferson Narváez – Neyser Robayo.

1. Nombre del asunto y correo electrónico del usuario para ver las notificaciones enviadas.
2. Modo en que se encuentra nuestra applets y datos de las veces que se la ha utilizado.

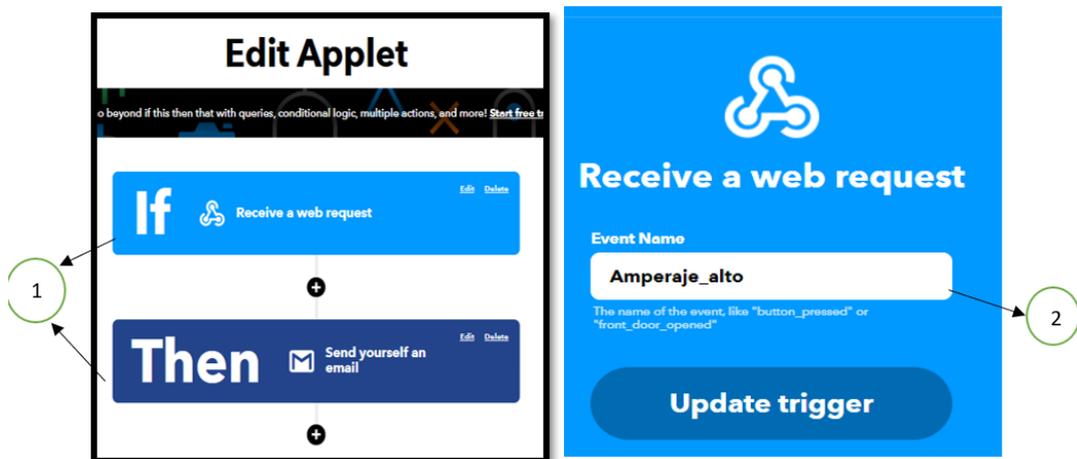


Figura 36 Configuración de evento.

Autores: Jefferson Narváez – Neyser Robayo.

1. Permite el ingreso a las condiciones y establecerlas.
2. Agregar el nombre para ser visualizado en el correo electrónico.

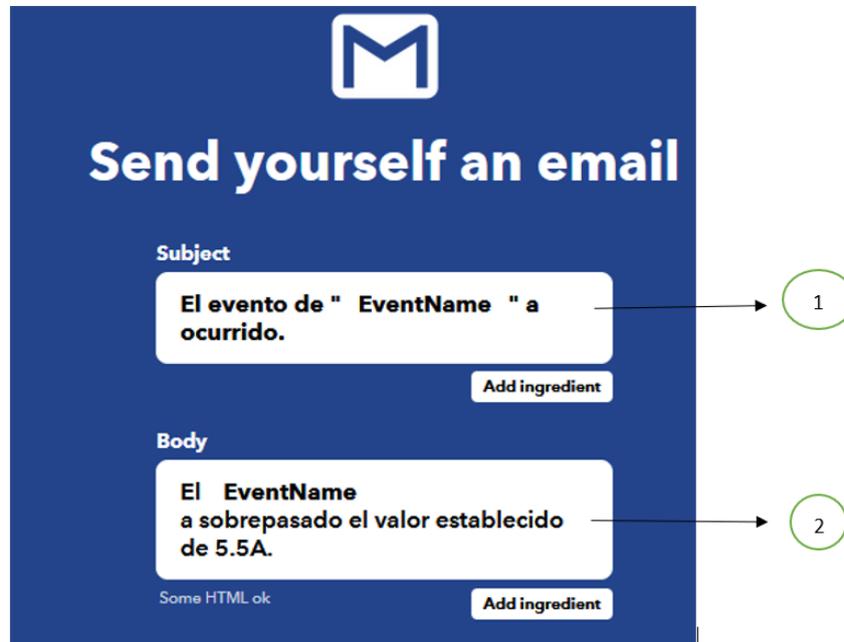


Figura 37 Visualización de contenido para correo electrónico.

Autores: Jefferson Narváz – Neyser Robayo.

1. Nombre del evento.
2. Contenido o descripción que desee el usuario, en este caso se activara las notificaciones al correo cuando sobrepase los 5.5A.

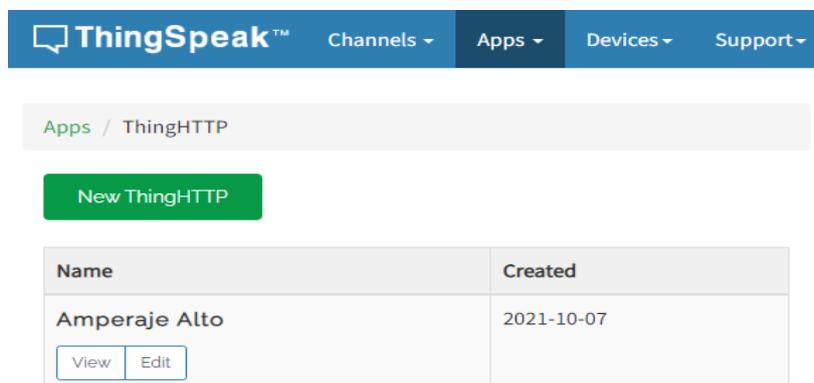


Figura 38 Enlace mediante URL entre ThingSpeak y IFTTT.

Autores: Jefferson Narváz – Neyser Robayo.

ThingHTTP : Permite la comunicación entre dispositivos, sitios web y servicios web sin tener que implementar el protocolo en el nivel del dispositivo. Usted especifica acciones en ThingHTTP, que activa utilizando otras aplicaciones ThingSpeak como TweetControl, TimeControl y React [53].

1. Se ha creado un ThingHTTP con el nombre de amperaje alto el mismo que estan vinculados con la APPLETS que se ha creado anteriormente.

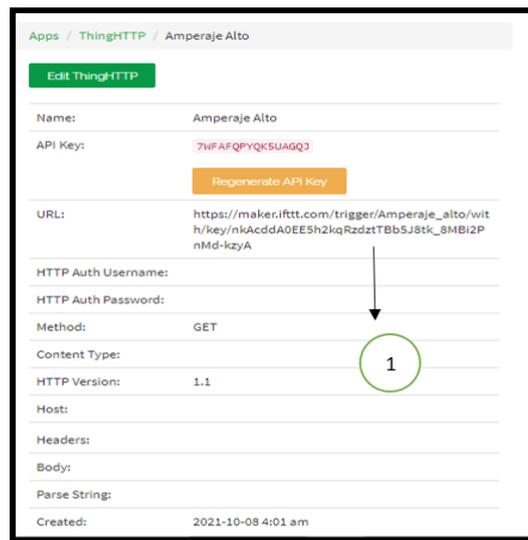


Figura 39 Creación de ThingHTTP para amperaje.

Autores: Jefferson Narváz – Neysler Robayo.

Para poder vincular la plataforma de IFTTT con ThingSpeak, serán conectadas mediante una URL que generará IFTTT la misma que será adjuntada a ThingHTTP que se creó anteriormente.

En la imagen 1 se puede ver la URL generadas por la plataforma IFTTT, la misma que serán alojadas en el Amperaje Alto de nuestro ThingHTTP creado.



Figura 40 Muestra las reacciones creadas.

Autores: Jefferson Narváz – Neysner Robayo.

React funciona con las aplicaciones ThingHTTP, ThingTweet y MATLAB Analysis para realizar acciones cuando los datos del canal cumplen una determinada condición. Por ejemplo, puede hacer que una aplicación móvil informe su latitud y longitud a un canal ThingSpeak. Cuando su posición esté a cierta distancia de su casa, haga que ThingHTTP encienda las luces de su sala de estar.

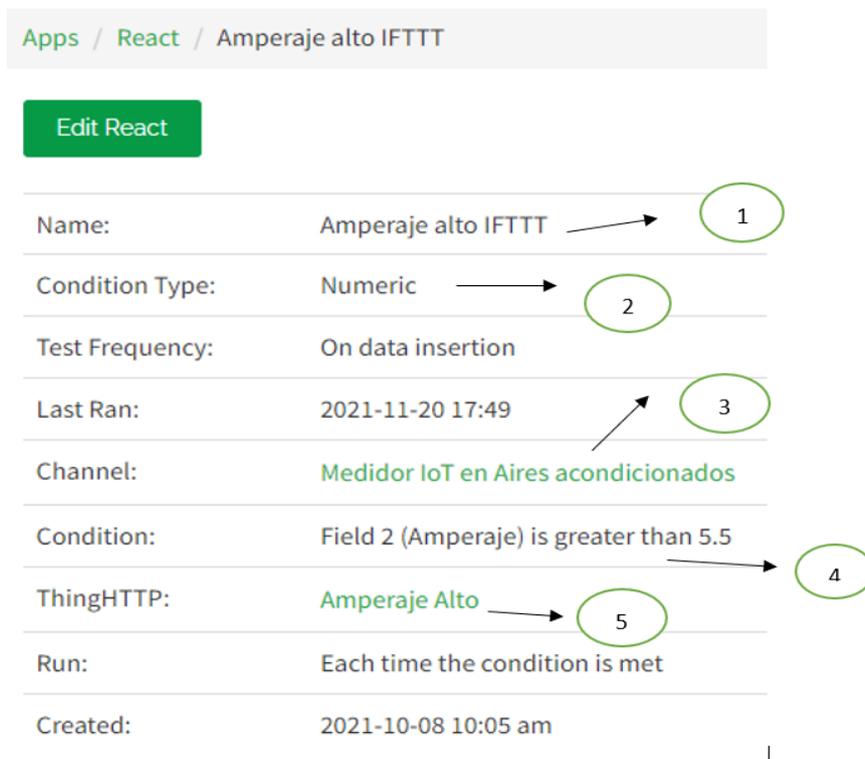


Figura 41 Configuración de la reacción (React) de amperaje.

Autores: Jefferson Narváz – Neysner Robayo.

Tanto para crear la Reaccion(React) de Amperaje(1), se agregara el nombre a mostrar(1), el tipo de condicion que sera numerico(3), sera seleccionado el canal que fue creado para visualizar los datos(4), se agregara la grafica con la que desea obtener los datos de ella en tiempo real(5), con el ThingHTTP permite conectar con la plataforma IFTTT ya que cuenta con la URL permitiendo estar sincronizada.

Permite comunicarse con Read y ThingHTTP para realizar acciones cuando los datos del canal cumplen una determinada condición que fue asignada, del Amperaje alto que no puede sobrepasar los 5.5A ya que de ser así se generará una reacción y será reflejado en el correo electrónico.

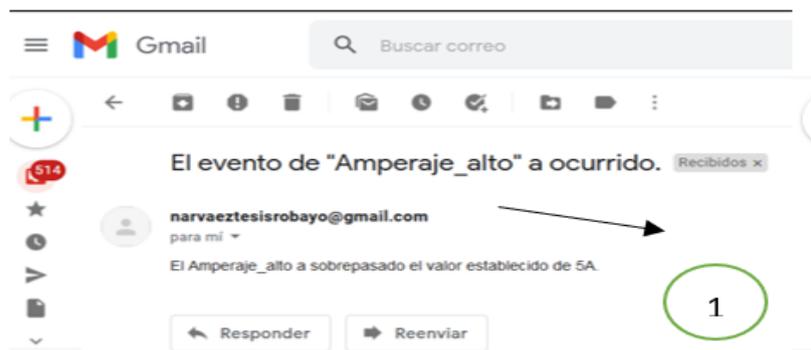


Figura 42 Notificación por correo que necesita el aire su respectivo mantenimiento.

Autores: Jefferson Narváez – Neyser Robayo.

Cuando no cumpla con la condicion establecida que se añadio en React se enviara un correo electronico gracias a la plataforma de IFTTT indicando que a ocurrido un evento.

1. El evento se a generado ya que los sensores al momento de obtener los datos del aire acondicionado han sobrepasado la condicion del valor de 5.5A y es por esta razon que envia una alerta al correo electronico.

3.14 Diseño e impresión de la placa del prototipo

Para el desarrollo del circuito se utiliza la aplicación Proteus la cual proporciona los componentes necesarios a utilizar ya que este programa tiene la facilidad de graficar las pistas del circuito logrando disminuir espacio en la placa también cuenta con la función de visualizar en 3D.

Prototipo para mantenimiento preventivo con sensores en un sistema de climatización con IOT.

El prototipo cuenta con las siguientes características de envío de datos a través de wifi gracias al Esp8266 de esta forma permitirá transmitir los datos obtenidos del sistema de climatización a la plataforma ThingSpeak y cuentan con los siguientes elementos:

1. Sensor de corriente
2. Sensor de voltaje
3. Cargador de 12v
4. Caja metálica con el prototipo dentro.

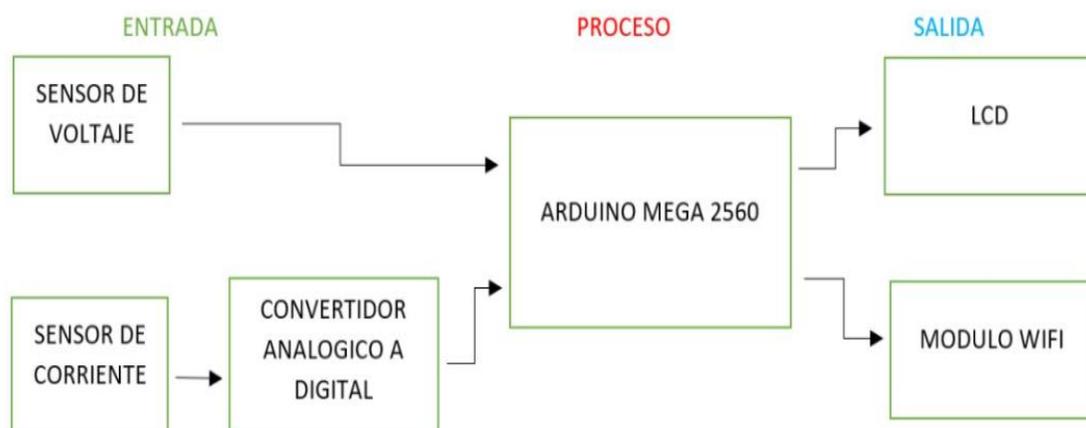


Figura 43 Diagrama de bloques del prototipo.

Autores: Jefferson Narváz – Neyser Robayo.

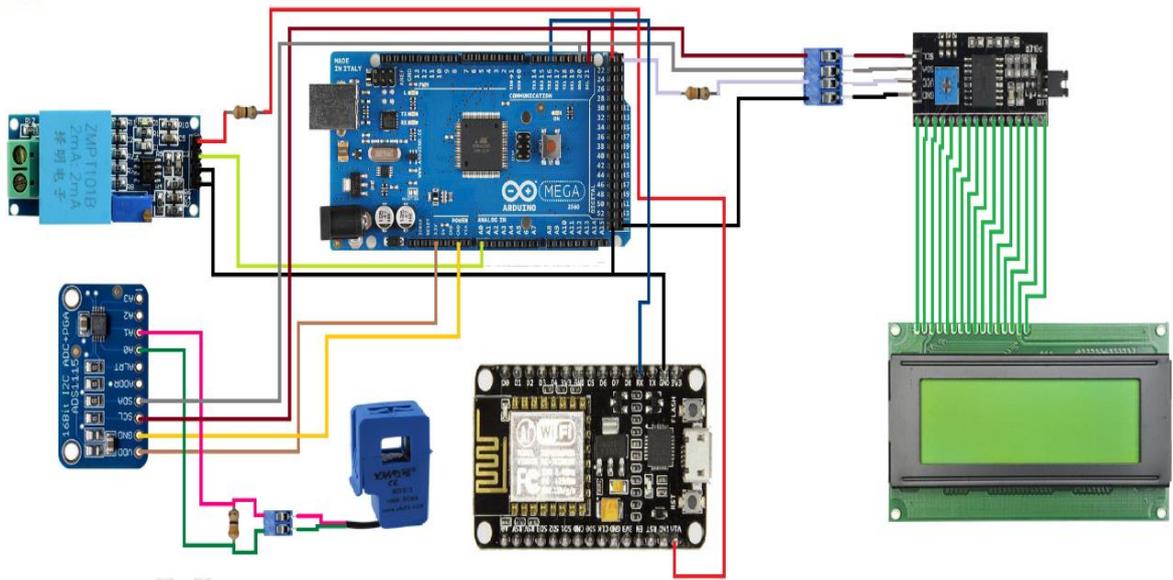


Figura 44 Diagrama del prototipo.

Autores: Jefferson Narváez – Neyser Robayo.

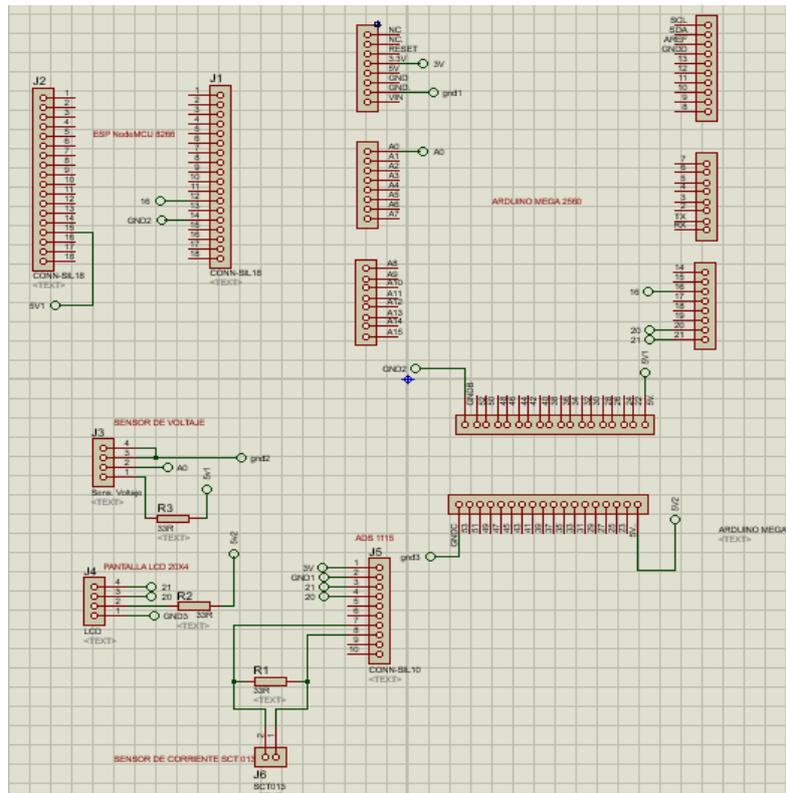


Figura 45 Diagrama en proteus del prototipo.

Autores: Jefferson Narváez – Neyser Robayo.

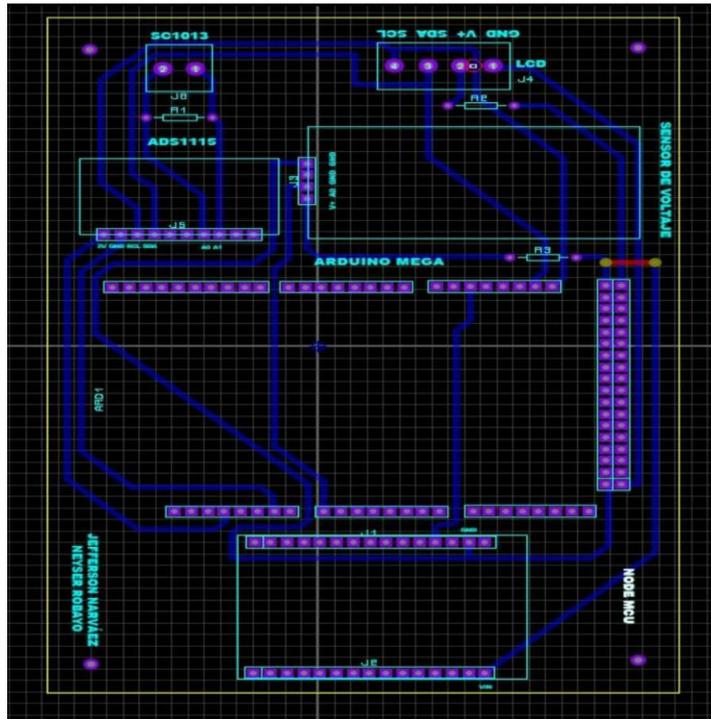


Figura 46 Diagrama del prototipo en proteus.
 Autores: Jefferson Narváz – Neyser Robayo.

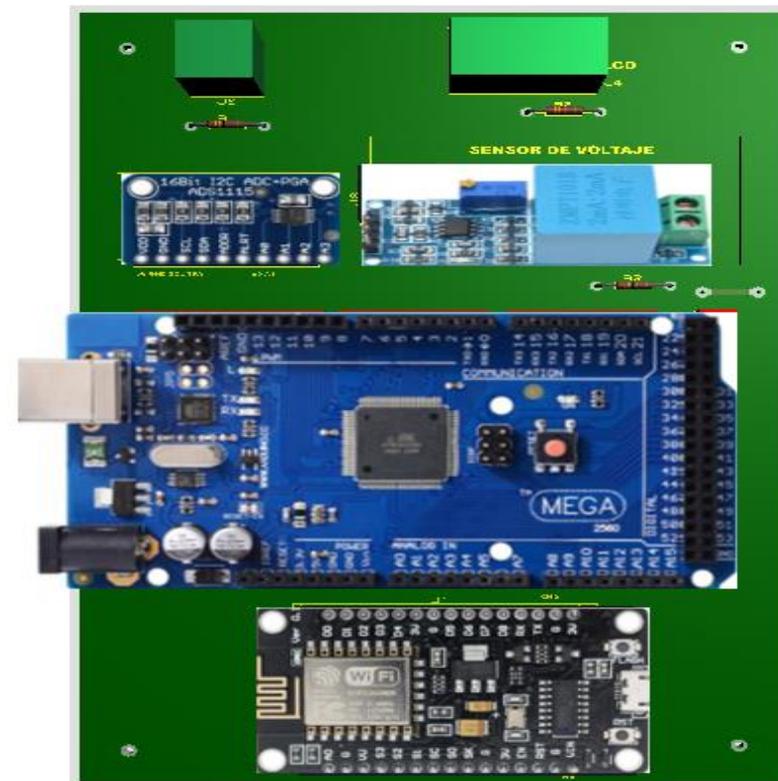


Figura 47 Diagrama del prototipo en 3D con los componentes.
 Autores: Jefferson Narváz – Neyser Robayo.

3.15 Mantenimiento preventivo en los sistemas de climatización.

Mantenimiento de la unidad Interior.

1. Desarme de las partes necesarias para lograr un fácil acceso a lugares donde se hace difícil llegar para limpiar.
2. Limpieza mediante aspiradora de filtros, ventilador, evaporador y tapas.
3. Limpieza y desinfección con productos químicos de los filtros, evaporador, bandeja de condensados y manguera de desagote.
4. Rearmado de todas las partes y colocación de filtros.
5. Realización de mediciones para verificar el correcto funcionamiento del equipo.
Se revisan los siguientes parámetros: velocidad de ventilación, temperatura, salto térmico y las funciones del control remoto.



Figura 48 Unidad Interior [54].

Mantenimiento de la Unidad Exterior

1. Desarme de partes necesarias para una correcta limpieza y comprobación de elementos.
2. Aspiración de Condensador, Tapas y todo el interior de la unidad exterior.
3. Limpieza del Condensador e Interior del Gabinete con Químicos.

4. Comprobación del correcto funcionamiento de todos los elementos (válvula inversora, ventilador, compresor, sensores de temperatura, capacitores de arranque).
5. Toma de mediciones: Voltaje, Amperaje, Temperatura, Presión [55].

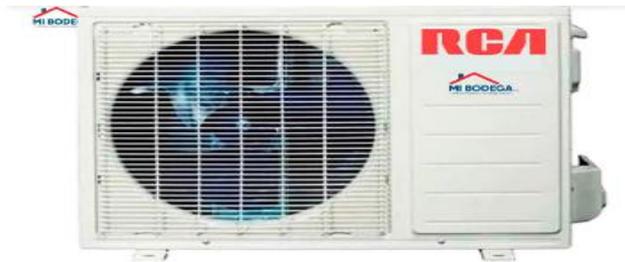


Figura 49 Unidad Exterior [56].

OPERACIÓN	FRECUENCIA
Limpieza y Desinfección de evaporador	Anual
Verificación de Medidas (sistema incorporado)	Semestral
Revisión de cuadro Eléctrico	Anual
Inspección cargade refrigeración	Anual
Comprobación de los desagües	Anual
Verificación de la inexistencia de ruidos extraños	Trimestral
Lubricación de rodamientos y partes móviles	Anual
Pintura y restauración	Anual

Figura 50 Frecuencia periódica del mantenimiento preventivo [57].

Nota: La recarga de refrigerante, cambio de componentes, pintura y/o restauración no son parte del contrato de mantenimiento preventivo y se presupuestan y facturan por separado.

CAPITULO IV

INSTALACION Y PRUEBAS REALIZADAS.

4 Instalación

Se instalo el prototipo en la residencia familiar para monitorear el sistema de aire acondicionado tipo Split, el prototipo se ubicó cerca de la unidad exterior del aire acondicionado posteriormente fue calibrado el sensor de voltaje con la tensión correspondiente obtenida de la unidad exterior.

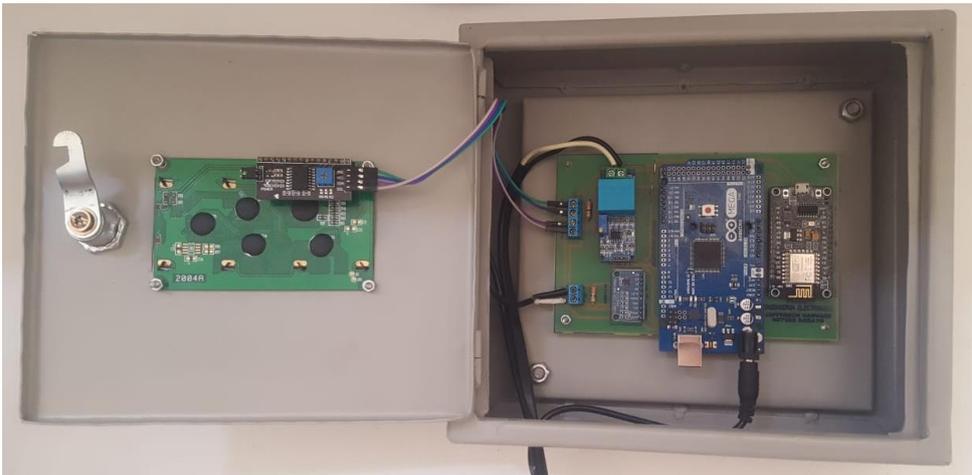


Figura 51 Parte interior del prototipo.

Autores: Jefferson Narváez – Neyser Robayo.



Figura 52 Instalación del prototipo.

Autores: Jefferson Narváez – Neyser Robayo.

Se realizó la instalación del sensor de voltaje el cual fue conectado a la línea 1 y 2 de la unidad exterior y la pinza de corriente fue enganchada a la línea 1.



Figura 53 Conexión de sensor de voltaje y corriente.

Autores: Jefferson Narváez – Neyser Robayo.

4.1 Pruebas y análisis realizadas

4.1.1 Prueba 1

Tabla 4. Inicio o estado normal del equipo.

TEMP	Sistema			Multímetro		
	Voltaje	Amperaje	Potencia	Voltaje	Amperaje	Potencia
24°	231.8	5.24	1216.53	232.1	4.98	1155.85
22°	229.2	5.08	1164.65	229.4	4.94	1133.23
20°	230.0	5.05	1162.60	230.0	4.92	1131.6
18°	230.3	5.07	1167.79	230.1	4.96	1141.29
16°	229.2	5.06	1156.93	229.3	4.55	1043.32

Autores: Jefferson Narváez – Neyser Robayo.

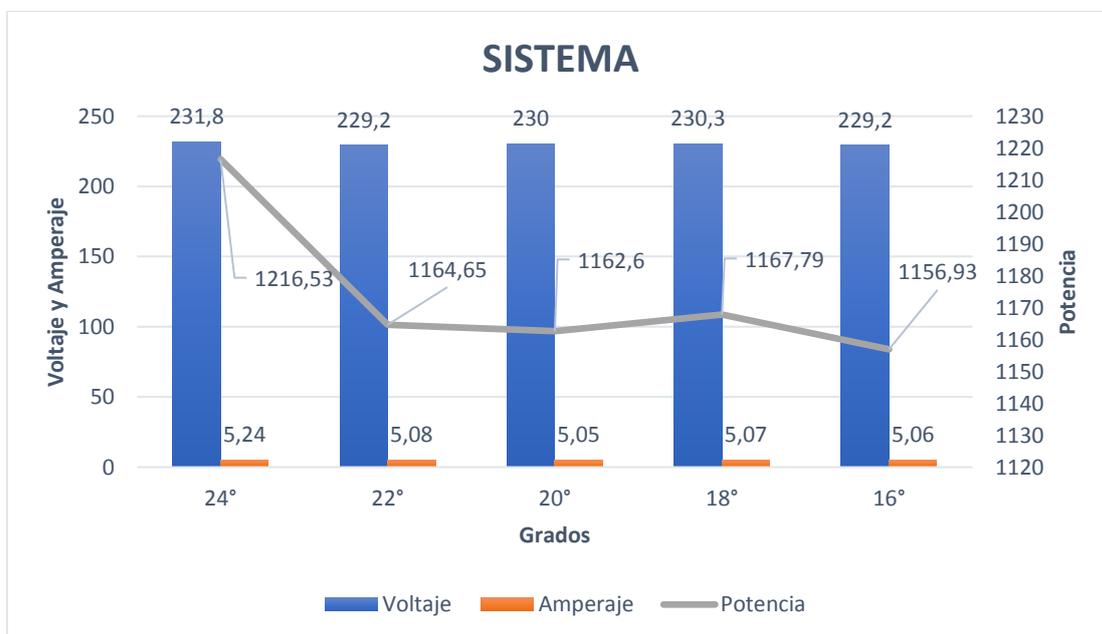


Figura 54 Histograma de consumo medido por el sistema en estado normal.

Autores: Jefferson Narváez – Neyser Robayo.

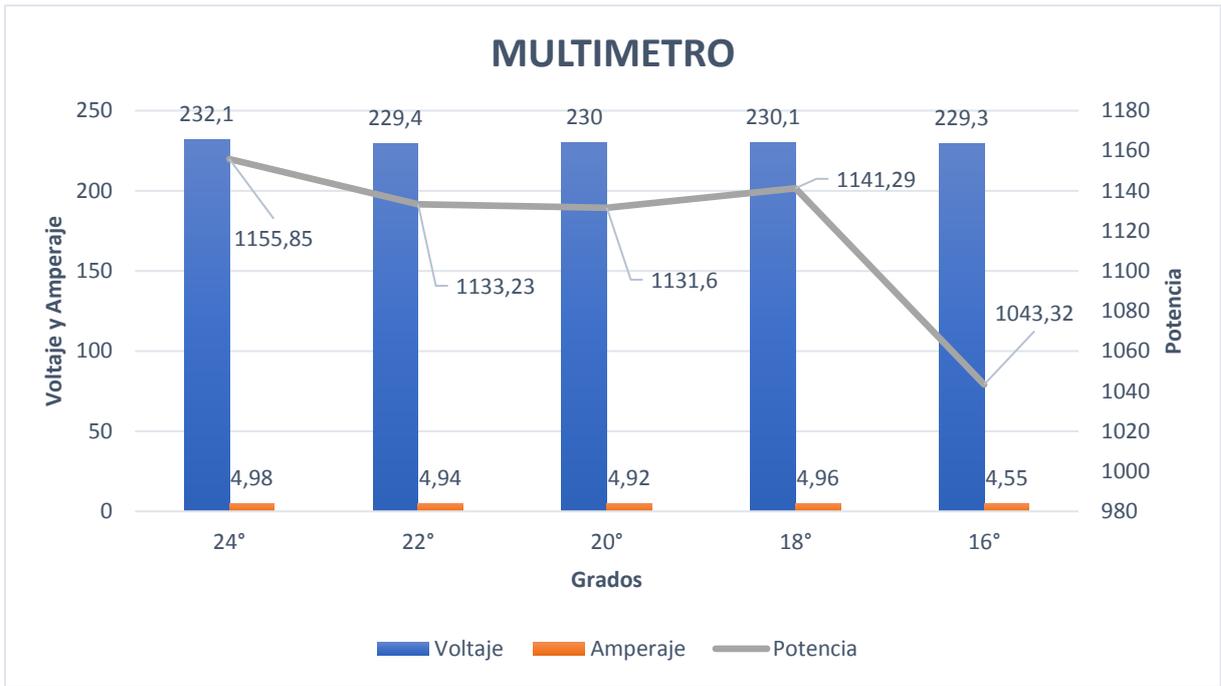


Figura 55 Histograma de consumo medido por el multímetro en estado normal.

Autores: Jefferson Narváz – Neyser Robayo.



Figura 56 Datos obtenidos por el prototipo.

Autores: Jefferson Narváz – Neyser Robayo.

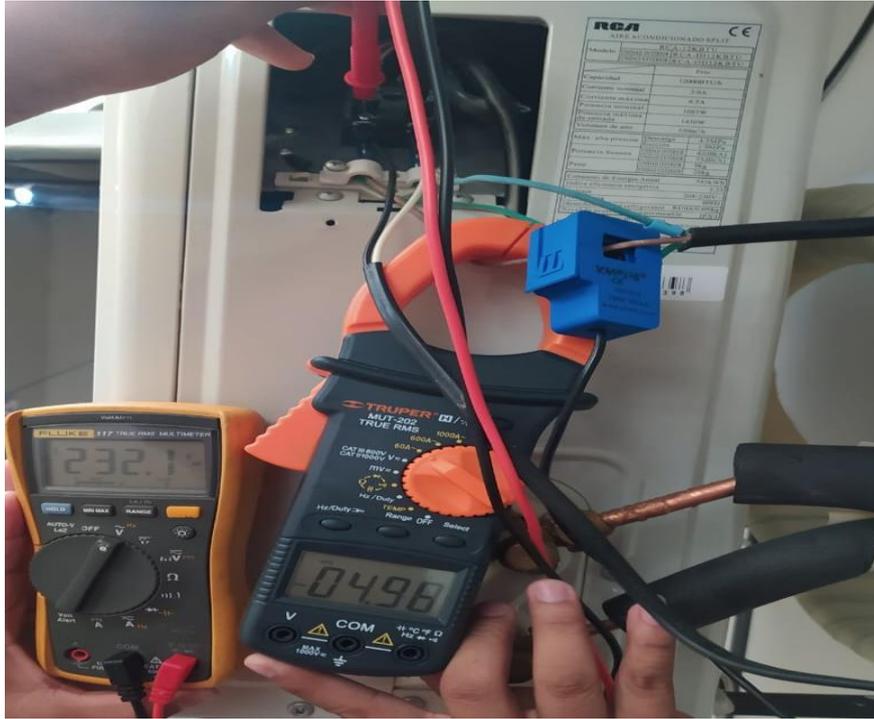


Figura 57 Datos obtenidos por multímetro.

Autores: Jefferson Narváz – Neyser Robayo.

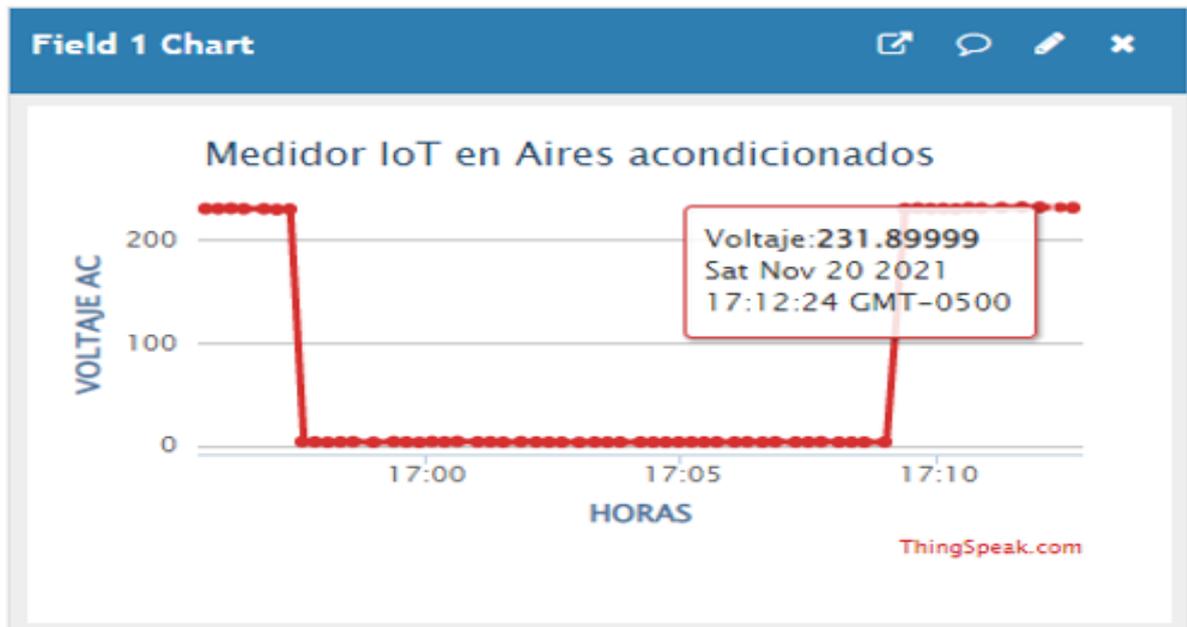


Figura 58 Valor de voltaje obtenido en ThingSpeak.

Autores: Jefferson Narváz – Neyser Robayo.

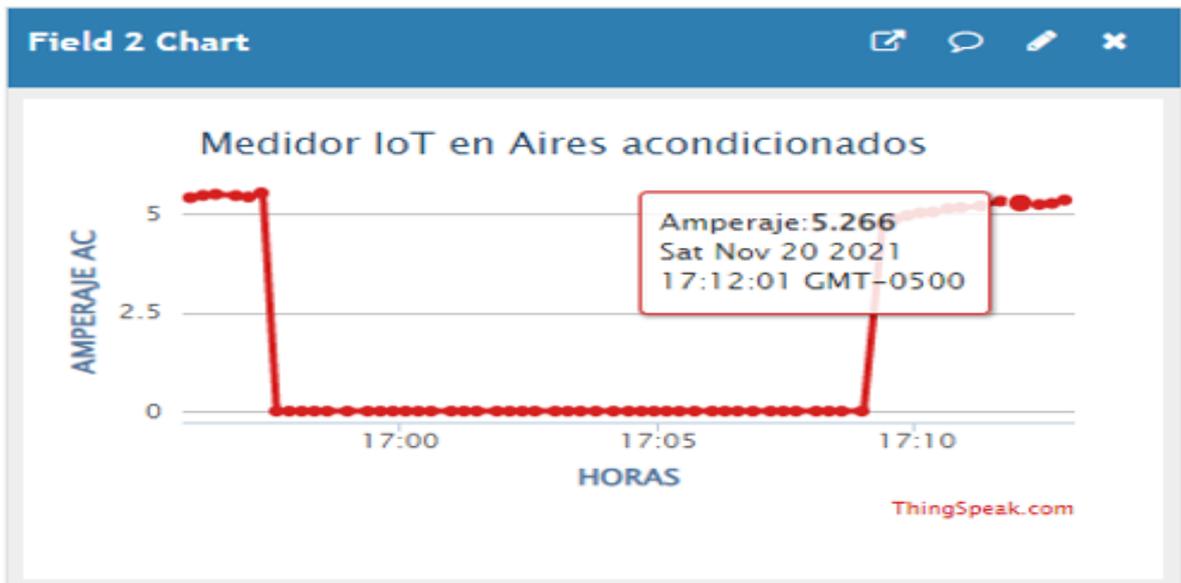


Figura 59 Valor de amperaje obtenido en ThingSpeak

Autores: Jefferson Narváz – Neyser Robayo.



Figura 60 Valor de potencia obtenido en ThingSpeak.

Autores: Jefferson Narváz – Neyser Robayo.

4.1.2 Prueba 2

Tabla 5. Cuando el equipo se encuentra en un estado bajo de suciedad.

TEMP Grados	Sistema			Multímetro		
	Voltaje	Amperaje	Potencia	Voltaje	Amperaje	Potencia
24°	226.9	5.96	1353.32	226.6	5.68	1287.8
22°	227.8	5.63	1284.44	227.3	5.42	1231.96
20°	228.5	5.81	1329.26	228.1	5.56	1268.24
18°	227.5	5.79	1317.46	227.6	5.25	1194.9
16°	229.2	5.94	1361.70	229.0	5.60	1282.4

Autores: Jefferson Narváz – Neyser Robayo.

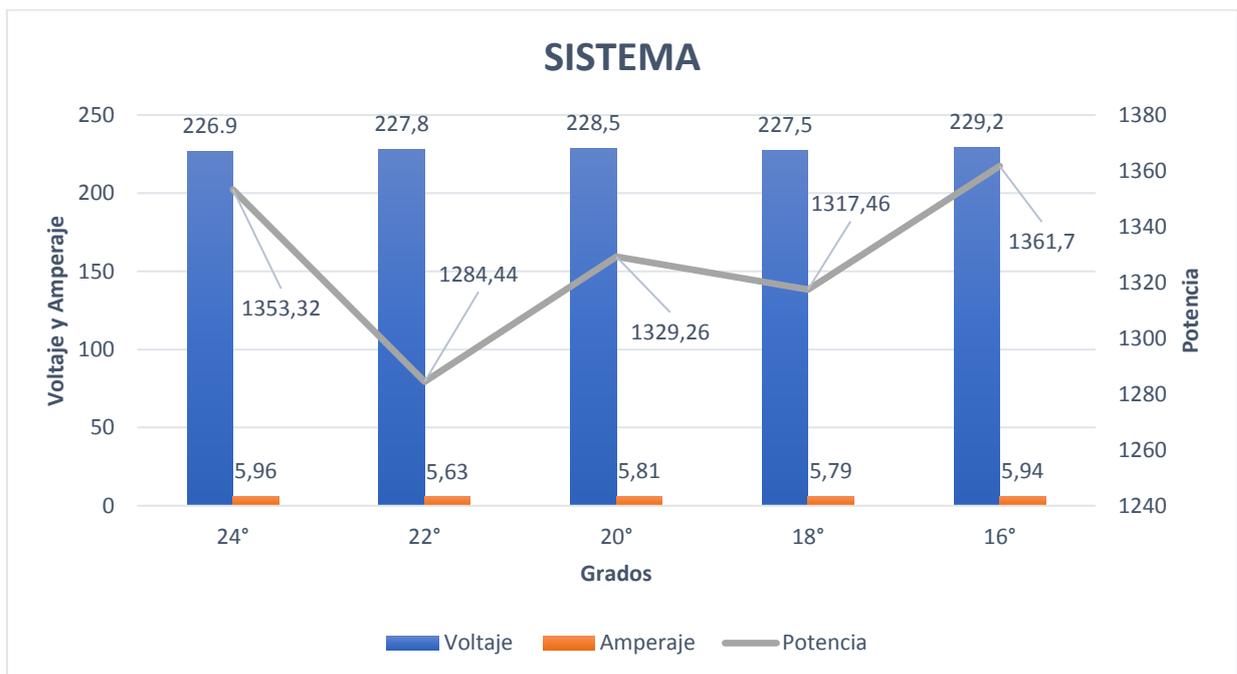


Figura 61 Histograma de consumo medido por el sistema en estado bajo de suciedad.

Autores: Jefferson Narváz – Neyser Robayo.

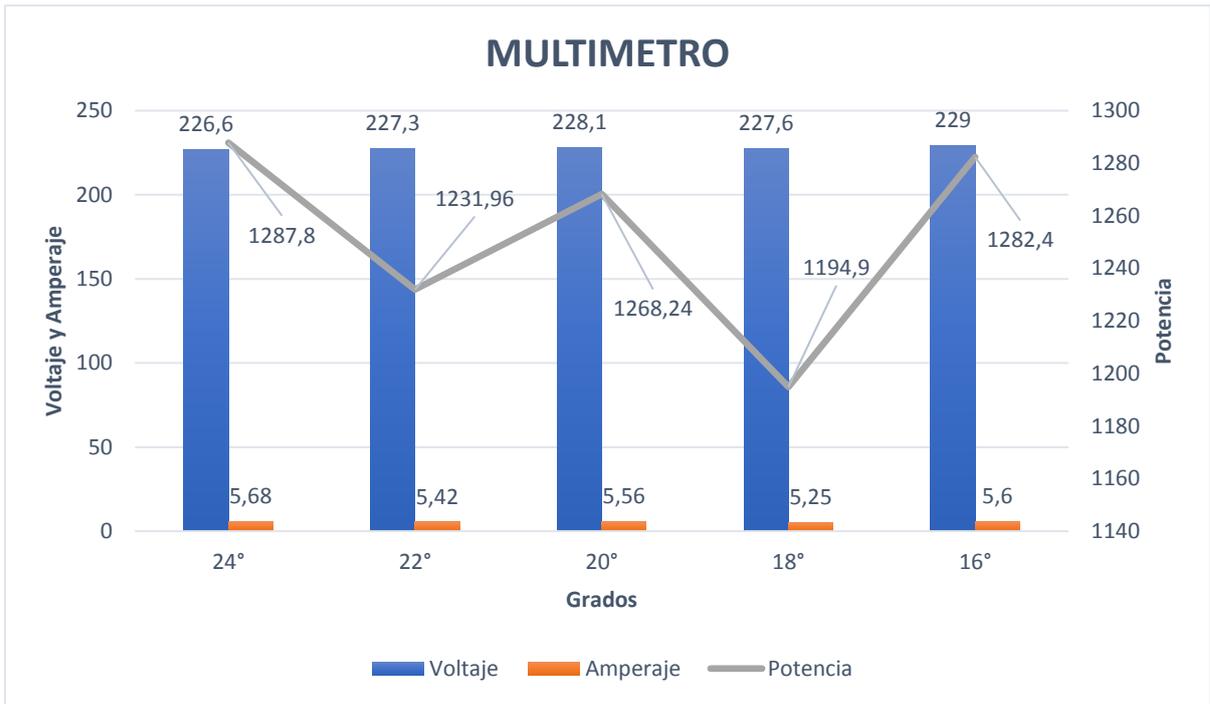


Figura 62 Histograma de consumo medido por el multímetro en estado bajo de suciedad.

Autores: Jefferson Narváez – Neyser Robayo.



Figura 63 Datos obtenidos por el prototipo.

Autores: Jefferson Narváez – Neyser Robayo.



Figura 64 Datos obtenido por el multímetro.

Autores: Jefferson Narváez – Neyser Robayo.



Figura 65 Valor de voltaje obtenido en ThingSpeak.

Autores: Jefferson Narváez – Neyser Robayo.



Figura 66 Valor de amperaje obtenido en ThingSpeak.

Autores: Jefferson Narváez – Neyser Robayo.



Figura 67 Valor de potencia obtenido en ThingSpeak.

Autores: Jefferson Narváez – Neyser Robayo.

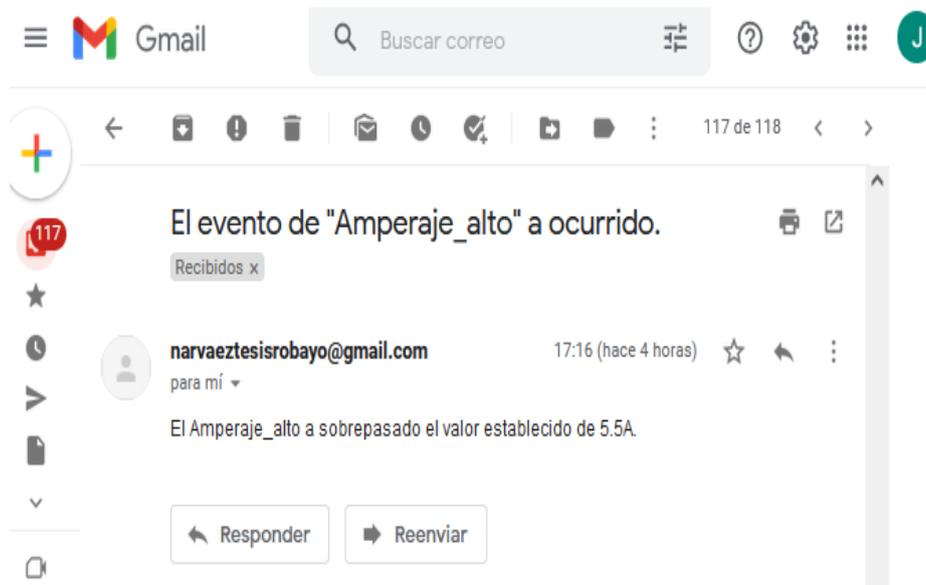


Figura 68 Notificación del Amperaje alto.

Autores: Jefferson Narváez – Neyser Robayo.

4.1.3 Prueba 3

Tabla 6. Cuando el equipo se encuentra en un estado medio de suciedad.

TEMP	Sistema			Multímetro		
	Voltaje	Amperaje	Potencia	Voltaje	Amperaje	Potencia
24°	227.3	6.27	1425.86	227.6	5.96	1356.49
22°	228.5	6.26	1431.94	228.7	5.89	1347.04
20°	229.5	6.32	1452.56	229.6	5.95	1366.12
18°	228.6	6.41	1465.85	228.7	5.89	1347.04
16°	229.1	6.43	1474.63	229.0	5.07	1161.03

Autores: Jefferson Narváez – Neyser Robayo.

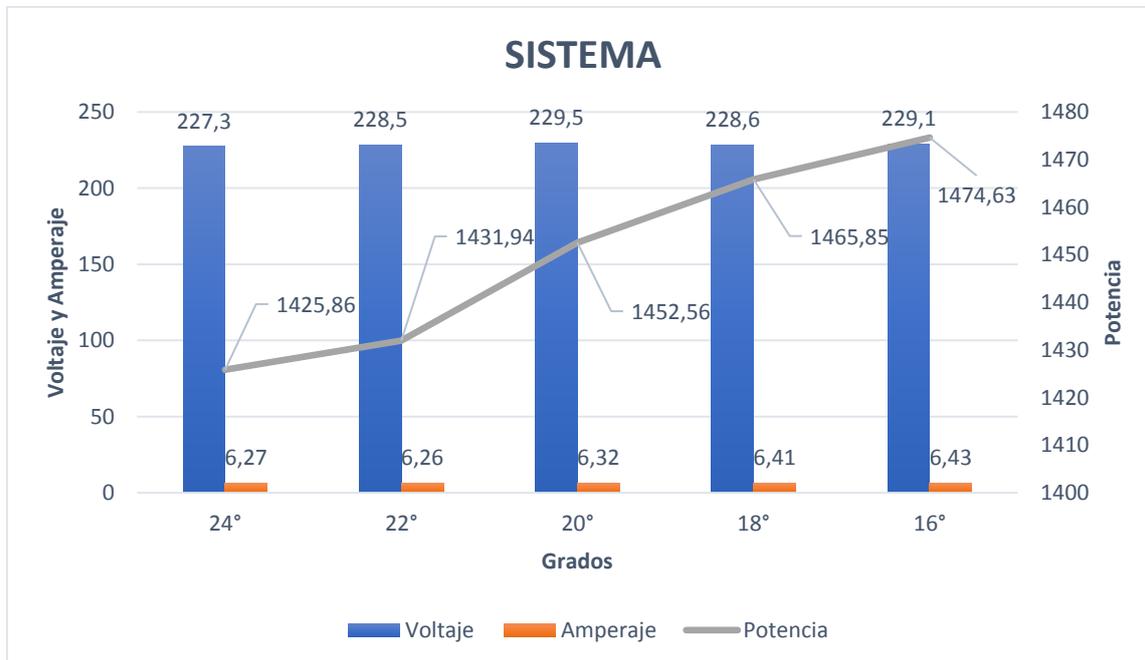


Figura 69 Histograma de consumo medido por el sistema en estado medio de suciedad.

Autores: Jefferson Narváez – Neyser Robayo.

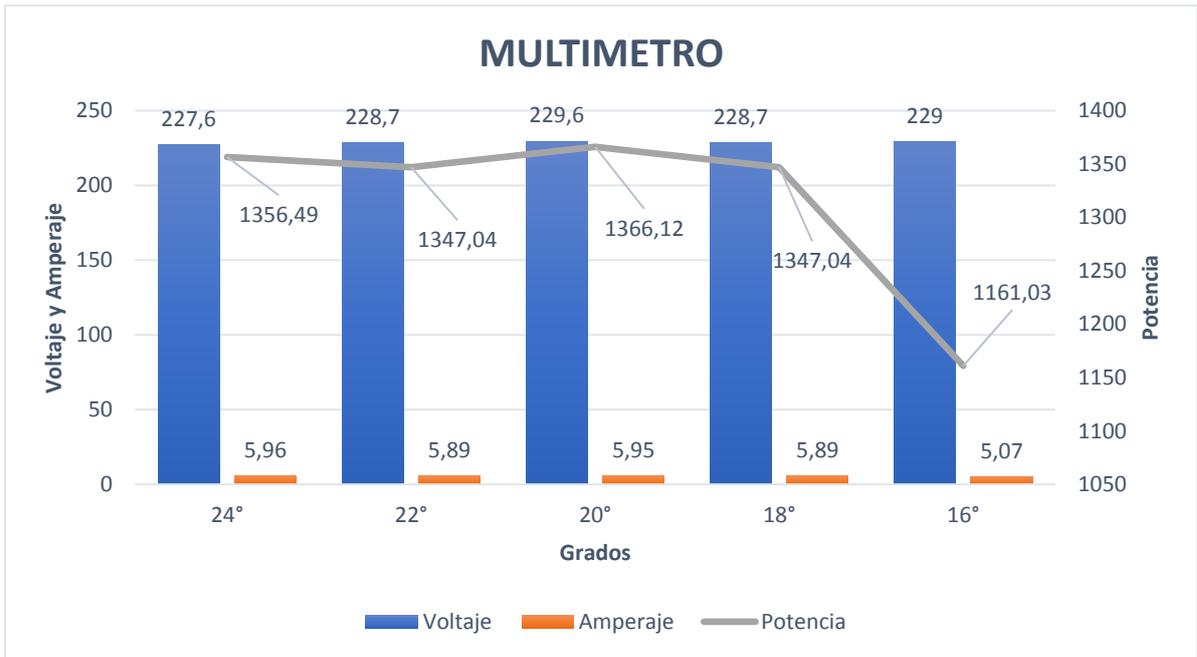


Figura 70 Histograma de consumo medido por el multímetro en estado medio de sociedad.

Autores: Jefferson Narváz – Neyser Robayo.



Figura 71 Datos obtenidos por el prototipo.

Autores: Jefferson Narváz – Neyser Robayo.

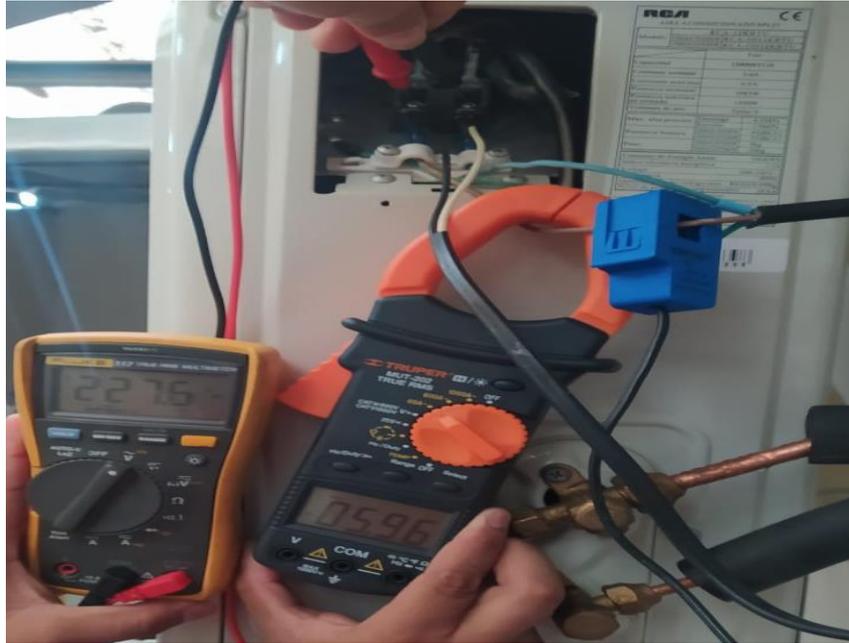


Figura 72 Datos obtenidos por el multímetro.
Autores: Jefferson Narváz – Neyser Robayo.



Figura 73 Valor de voltaje obtenido en ThingSpeak.
Autores: Jefferson Narváz – Neyser Robayo.



Figura 74 Valor de amperaje obtenido en ThingSpeak.

Autores: Jefferson Narváz – Neyser Robayo.



Figura 75 Valor de potencia obtenido en ThingSpeak.

Autores: Jefferson Narváz – Neyser Robayo.

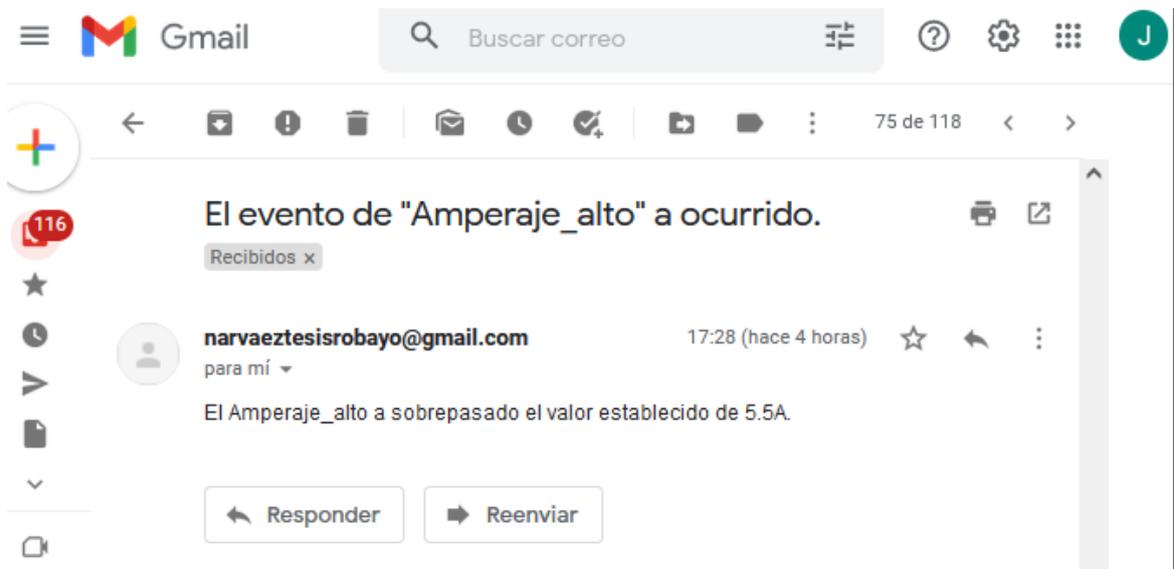


Figura 76 Notificación del Amperaje alto.

Autores: Jefferson Narváz – Neyser Robayo.

4.1.4 Prueba 4

Tabla 7. Cuando el equipo se encuentra en un estado alto de suciedad.

TEMP	Sistema			Multímetro		
	Voltaje	Amperaje	Potencia	Voltaje	Amperaje	Potencia
24°	229.2	6.61	1515.01	229.2	6.18	1416.45
22°	229.4	6.73	1545.66	229.4	6.46	1481.92
20°	228.5	6.86	1568.12	228.7	6.12	1399.64
18°	228.7	6.74	1542.39	228.7	6.13	1401.93
16°	227.4	6.85	1559.31	227.7	6.19	1409.46

Autores: Jefferson Narváz – Neyser Robayo.

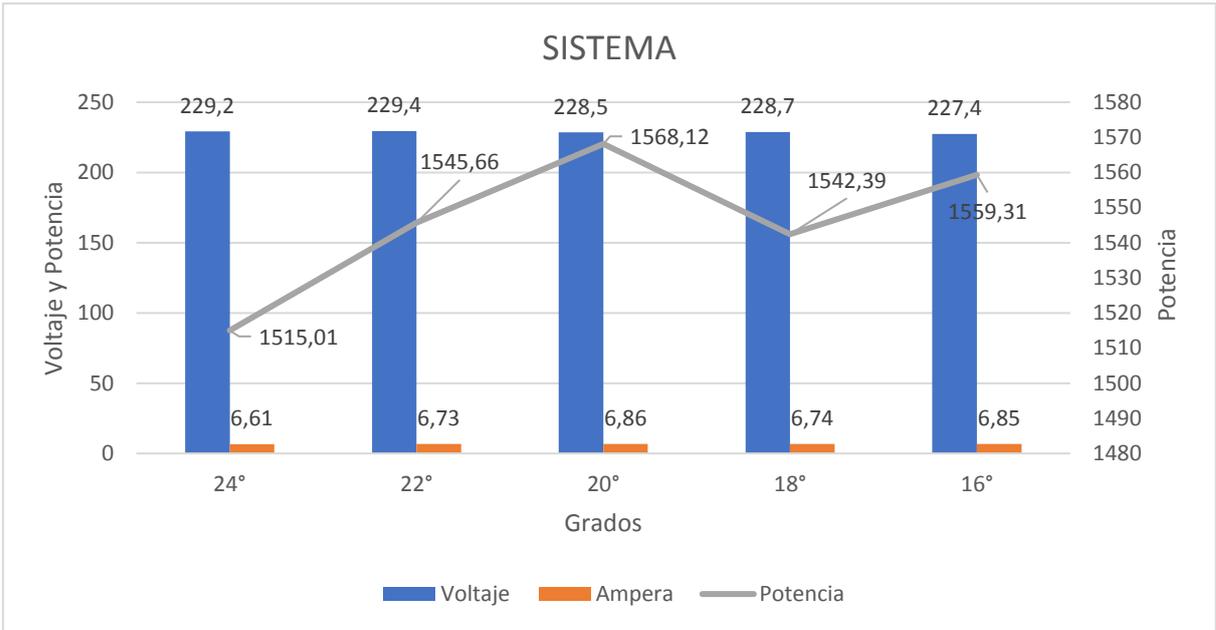


Figura 77 Histograma de consumo medido por el sistema en estado alto de suciedad.

Autores: Jefferson Narváz – Neyser Robayo.

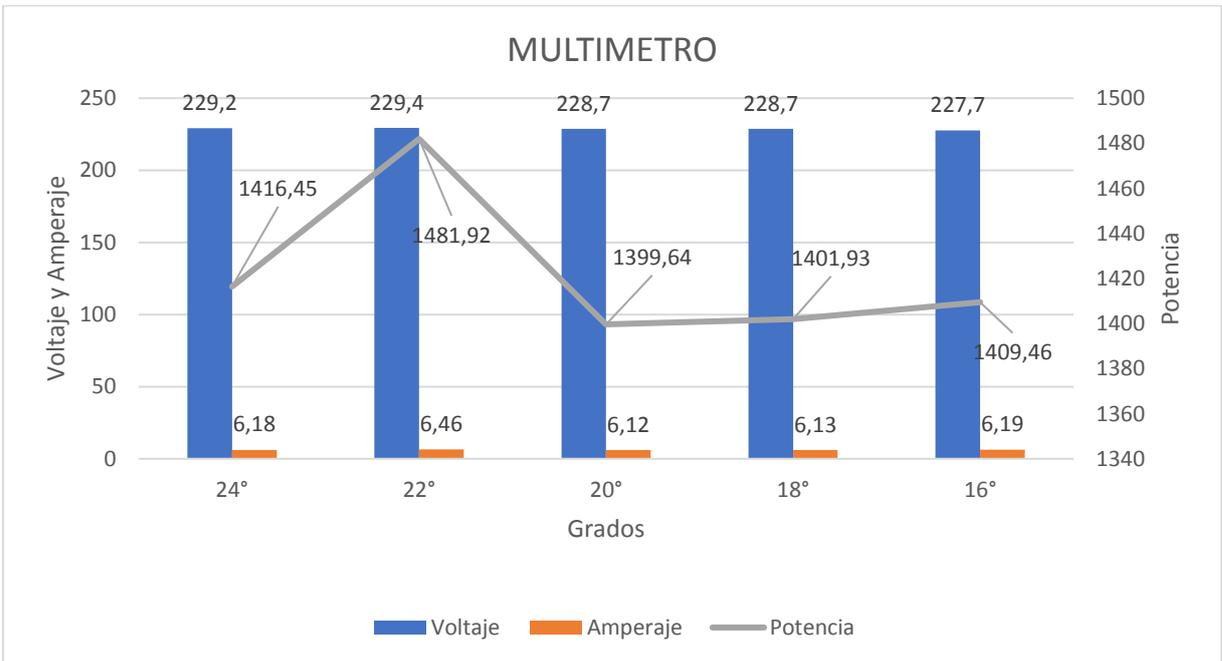


Figura 78 Histograma de consumo medido por el multímetro en estado alto de suciedad.

Autores: Jefferson Narváz – Neyser Robayo.



Figura 79 Datos obtenidos por el prototipo.

Autores: Jefferson Narváez – Neyser Robayo.

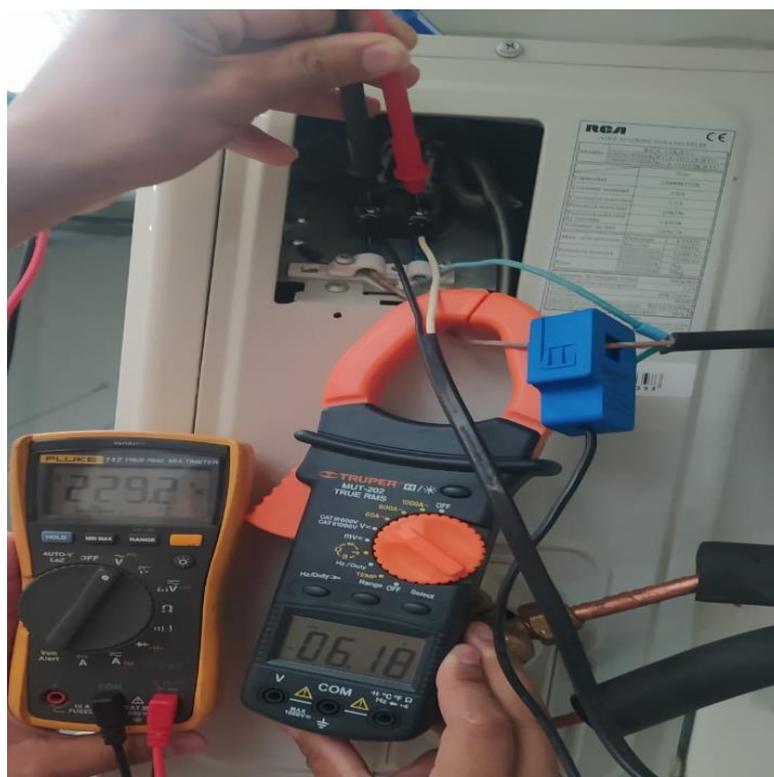


Figura 80 Datos obtenidos por el multímetro.

Autores: Jefferson Narváez – Neyser Robayo.

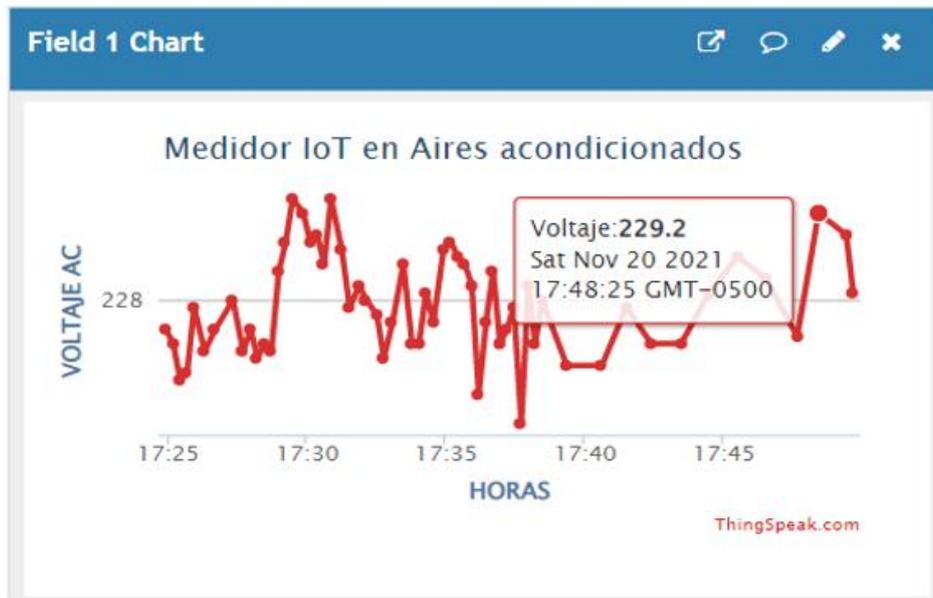


Figura 81 Valor de voltaje obtenido en ThingSpeak.

Autores: Jefferson Narváz – Neyser Robayo.



Figura 82 Valor de amperaje obtenido en ThingSpeak.

Autores: Jefferson Narváz – Neyser Robayo.

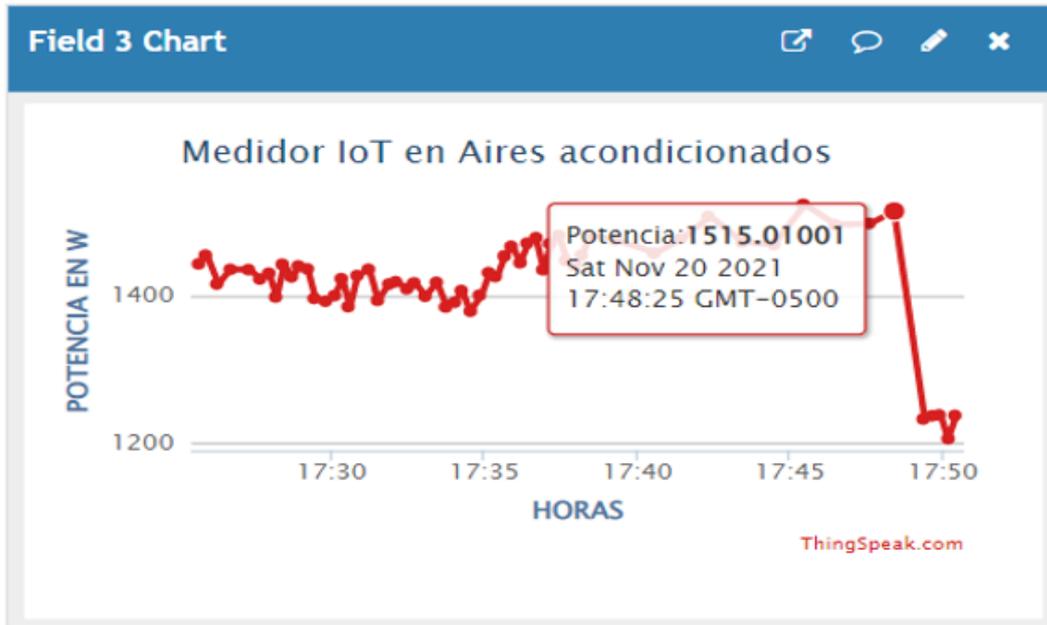


Figura 83 Valor de potencia obtenido en ThingSpeak.

Autores: Jefferson Narváz – Neyser Robayo.



Figura 84 Notificación del Amperaje alto.

Autores: Jefferson Narváz – Neyser Robayo.

4.2 Comparación total de datos obtenido en los 3 niveles de suciedad.

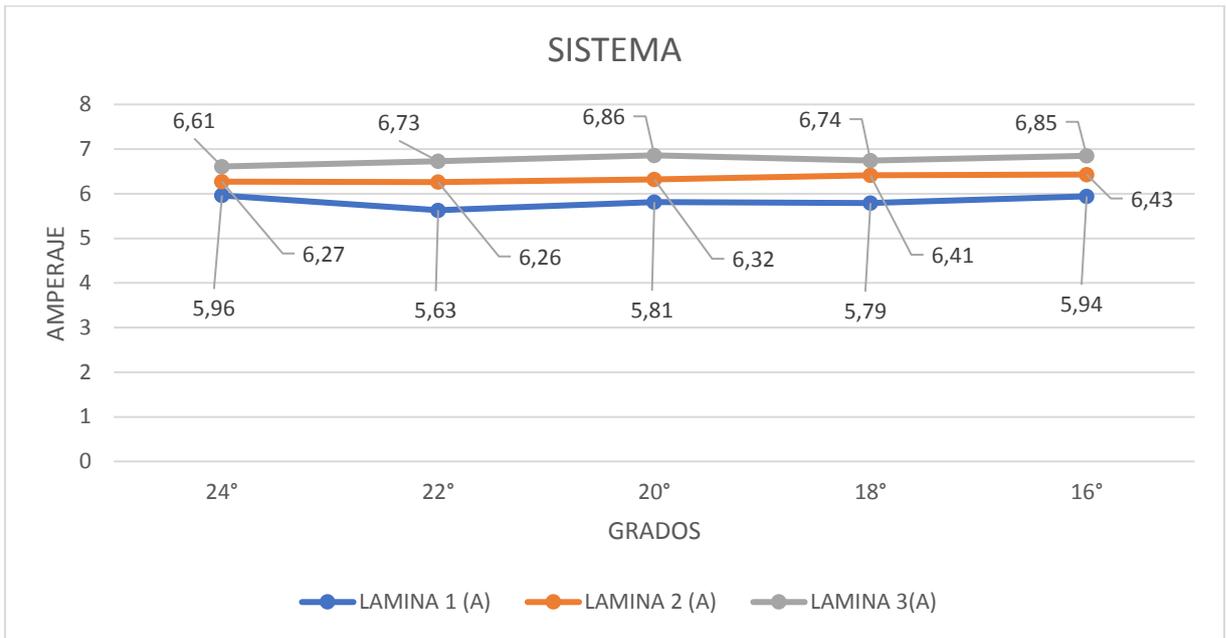


Figura 85 Comparación de datos obtenidos de amperaje con las 3 láminas.

Autores: Jefferson Narváez – Neyser Robayo.

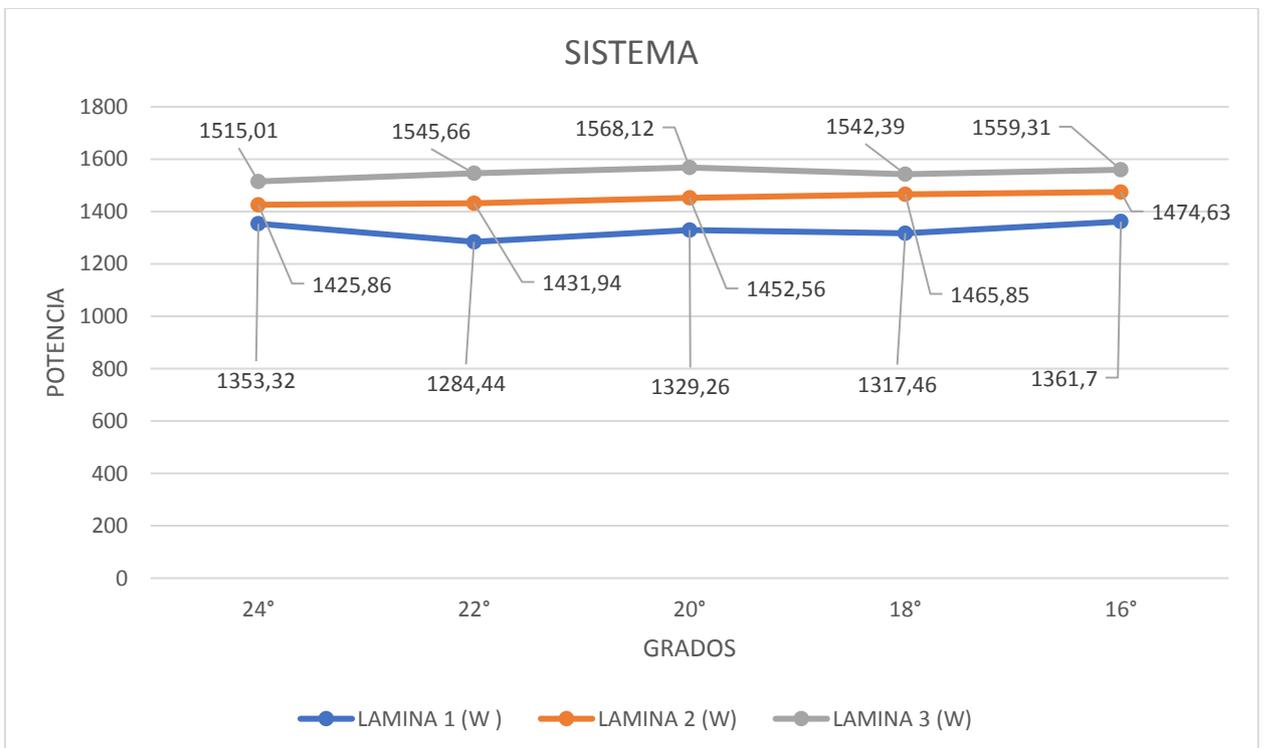


Figura 86 Comparación de datos obtenidos de potencia con las 3 láminas.

Autores: Jefferson Narváez – Neyser Robayo.

Placa característica del aire acondicionado tipo Split 1200BTU

Los valores obtenidos de las pruebas realizadas por nuestro sistema empezaron por el Inicio o estado normal del equipo con un rango de 5.05 a 5.24A esto variara según el voltaje.

La siguiente prueba fue realizada cuando el equipo se encontraba en un estado de baja suciedad (con 1 lamina) con un rango de 5.63 a 5.96A, cabe mencionar que el valor de los amperios cambia según el voltaje ya que suele variar en el equipo de climatización según el suministro de la red 220V.

Esta prueba fue realizada con 2 láminas de plumón, simulando cuando el equipo se encuentra en un estado medio de suciedad en el serpentín del condensador con un rango de 6.27 a 6.43A obtenido por el sistema.

Finalmente, en la última prueba fue realizada con 3 láminas de plumón simulando cuando el equipo se encuentra en un estado alto de suciedad con un rango de 6.61 a 6.86A, a estos valores no es recomendable que llegue nuestro equipo de climatización ya que estaría superando su capacidad de trabajo que es de 6.5A mencionada en la placa siendo esta su corriente máxima de uso.

Para realizar el mantenimiento preventivo de nuestro equipo de climatización es recomendable realizarlo cuando este en el rango de 5.63 a 5.96A de baja suciedad, ya que en nuestra plataforma el rango de advertencia para su limpieza es de 5.5A donde enviara los correos de aviso y así poder alargar la vida útil de nuestro equipo.

Modelo	RCA-12KBTU	
	UNIDAD INTERIOR	RCA-ID12KBTU
	UNIDAD EXTERIOR	RCA-OD12KBTU
	Frio	
Capacidad	12000BTU/h	
Corriente nominal	5.0A	
Corriente máxima	6.5A	
Potencia nominal	1083W	
Potencia máxima de entrada	1430W	
Volumen de aire	520m ³ /h	
Máx. alta presión	Descarga	4.5MPa
	Succión	1.9MPa
Potencia Sonora	UNIDAD INTERIOR	42dB(A)
	UNIDAD EXTERIOR	55dB(A)
Peso	UNIDAD INTERIOR	9kg
	UNIDAD EXTERIOR	26kg
Consumo de Energia Anual	542kWh	
Indice eficiencia energética	3.25	
Voltaje	208-230V~	
Frecuencia	60Hz	
Identificación del refrigerante	R410A/0.490kg	
Nivel de protección impermeable	IPX4	

Figura 85 Placa característica del aire acondicionado.

Autores: Jefferson Narváz – Neyser Robayo.

CAPITULO V

CONCLUSIONES

Mediante el analices realizado se diseñó e implemento un sistema para mantenimiento preventivo con sensores de bajo costo en un sistema de climatización tipo Split orientado a IOT logrando adquirir datos positivos al momento del funcionamiento del equipo y siendo mostrado su consumo energético mediante graficas en la plataforma ThingSpeak.

Tras el estudio del tema propuesto se logró diseñar la arquitectura del sistema mediante software y hardware de código abierto para la adquisición de datos consumo eléctrico para el equipo de climatización.

Lograr la visualización de datos en tiempo real de los parámetros de voltaje, corriente y potencia mediante graficas en la plataforma ThingSpeak durante el funcionamiento del equipo de climatización dependiendo su estado de suciedad.

Analizando los resultados obtenidos han generado confiabilidad de los sensores utilizados logrando obtener resultados similares a otros medidores eléctricos como es el amperímetro.

Verificar el funcionamiento del sistema de monitoreo en el equipo de climatización tipo Split logrando concluir que en un estado de suciedad puede aumentar en un 50 % a 60% de consumo de energía y en un estado limpio se podría ahorrar este porcentaje de consumo eléctrico.

Concluyendo con las pruebas realizadas en el aire acondicionado las misma que fueron adquiridas por nuestro Sistema para mantenimiento se analizó mediante la gráfica (figura N°85) como aumenta el Amperaje mediante los 3 tipos de pruebas: en estado bajo de suciedad tiene un rango de 5.63-5.96A , mientras que en un estado medio de suciedad

estará entre 6.26-6.43A y finalmente en el último estado de alta suciedad estará entre los 6.61-6.86A en este rango no es recomendable a que llegue nuestro equipo ya que supera su capacidad de trabajo de 6.5A indicada en la placa dándonos a entender que a mayor suciedad, mayor serán los amperajes lo cual se tendrá que realizar el mantenimiento preventivo del equipo.

Finalmente, la instalación de este sistema fue muy factible para el monitoreo del sistema de climatización, lo cual beneficiara tanto para reducir el consumo de energía en un 50 % alargando su vida útil y reduciendo gasto económico al usuario.

RECOMENDACIONES

Revisión de la instalación eléctrica que alimenta al equipo de climatización comprobando el voltaje para determinar que se está alimentando correctamente ya que esto podría variar los valores que adquiere los sensores de voltaje y de corriente.

Mantener el módulo ESP8266NodeMCU no más de 10 metros del router que proporciona la conexión a internet.

Se recomienda alimentar el sistema a una fuente estable de energía para que sus componentes puedan trabajar al cien por ciento de su capacidad.

Colocar correctamente en una sola línea de alimentación del condensador la pinza SCT-013 para que los datos adquiridos sean los correctos.

Para mejorar el funcionamiento del sensor de voltaje es necesario de realizar su respectiva calibración para lograr obtener datos más precisos siendo este el sensor principal para monitorear el equipo.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] <https://www.siberzone.es/blog-sistemas-ventilacion/hvac-que-es-funcionamiento/> .
- [2] <https://premiumtech.com.ec/producto/split-rca-12000-btu-alta-eficiencia-738>.
- [3] R. McDOWALL, FUNDAMENTALS OF HVAC SYSTEMS, USA: Primera edicion , 2007.
- [4] <https://www.kosner.es/aire-acondicionado-split/> .
- [5] <https://preciogas.com/instalaciones/equipamiento/aire-acondicionado> .
- [6] <https://www.mundohvacr.com.mx/2012/04/control-y-monitoreo-de-sistemas-hvac/>.
- [7] A. Tanenbaum, Redes de Computadoras, Pearson Educacion Cuarta Edicion, 2003.
- [8] <https://es.slideshare.net/dragonegro/transmision-inalambrica-15527440>.
- [9] <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/11761/fichero/Volumen1%252F7-Cap%C3%ADtulo3++Redes+inal%C3%A1mbricas+de+%C3%A1rea+local+%28WLAN%29.pdf>.
- [10] https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/100918/LM01_R_ES.pdf.
- [11] J. salazar, Redes Inalambricas.
- [12] A. P. R. V. H. Marriaga Barroso, «Diseño de sistema de comunicacion Wireless para la adquisicion de datos de operacion de una turbina eolica de 400W.,» *Jovenes de la ciencia Revista de divulgacion cientifica..*
- [13] A. P. R. V. H. Marriaga Barroso, «Diseño de sistema de comunicacion Wireless para la adquisicion de datos de operacion de una turbina eolica de 400W,» *Jovenes de la ciencia Revista de divulgacion cientifica* , p. 6.
- [14] I. R.-M. / . B. M. -OLIVO, Analisis de Datos Agropecuarios, 2017.
- [15] M. B. Andres, Internet de las cosas, Madrid: REUS, 2018.
- [16] D. Evans, «Internet de las Cosas Cisco,» Abril 2011.
- [17] A. C. Domínguez, *Diseño e implementación de una arquitectura IoT*, Sevilla, 2016.
- [18] https://www.researchgate.net/figure/Arquitectura-para-Internet-de-las-Cosas-En-la-cima-de-la-arquitectura-esta-la-Capa-de_fig1_320353907.
- [19] R. Johari, IOT based Electrical Device Surveillance and Control System, 2019.

- [20] J. R. Lequerica, *Web Services*, España: Anaya Multimedia, 2003.
- [21] Available://aldeahost.com.mx/todo-lo-que-necesitas-saber-sobre-el-web-service/.
- [22] <https://datos.codeandcoke.com/apuntes:spring>.
- [23] <http://www.lasid.ufba.br/pessoal/danielaclaro/download/ArtigoWebServices.pdf>.
- [24] J. Lequerica, *Web Services*, 2003.
- [25] A. T. C. H. G. C. Ariana Acon Matamoros, «Implementacion de un servicio web en la UNED, herramienta para lograr excelencia academica.,» *Dialnet*, p. 36, Septiembre 2011.
- [26] <https://programarfacil.com/blog/arduino-blog/comunicacion-i2c-con-arduino/>.
- [27] <https://electronica-jm.com/curso-de-electronica-basica/>.
- [28] <https://tienda.bricogeek.com/wifi/1033-nodemcu-v3-wifi-esp8266-ch340.html>.
- [29] <https://www.prometec.net/modelos-esp8266/>.
- [30] <https://www.geekfactory.mx/tienda/sensores/sct013-sensor-de-corriente-alternativo-no-invasivo/>.
- [31] <https://www.luisllamas.es/arduino-sensor-corriente-sct-013/>.
- [32] <https://www.amazon.es/corriente-SCT-013-invasivo-energ%C3%ADa-Arduino/dp/B07NL9P9LH>.
- [33] https://naylampmechatronics.com/blog/51_tutorial-sensor-de-corriente-ac-no-invasivo-sct-013.html.
- [34] <https://uelectronics.com/producto/zmpt101b-sensor-de-voltaje-ac-2ma/>.
- [35] <https://sensakey.com/modulos-alimentacion/zmpt101b-modulo-sensor-de-voltaje-ca-monofasico-250vac/gmx-niv508-con9573.htm>.
- [36] <https://naylampmechatronics.com/sensores-corriente-voltaje/393-transformador-de-voltaje-ac-zmpt101b.html>.
- [37] <http://5nrorwxhmqjijik.leadongcdn.com/attachment/kjilKBmoioSRqIkqjoipSR7ww7fgzb73m/ZMPT101B-specification.pdf>.
- [38] <https://naylampmechatronics.com/sensores-corriente-voltaje/393-transformador-de-voltaje-ac-zmpt101b.html>.
- [39] <https://programarfacil.com/blog/arduino-blog/ads1115-convertidor-analogico-digital-adc-arduino-esp8266/>.
- [40] <https://electronilab.co/tienda/ads1115-conversor-analogico-digital-adc/>.
- [41] <https://hetpro-store.com/lcd-16x2-blog/>.

- [42] <https://mkelectronica.com/producto/pantalla-lcd-alfanumerica-lcd4x20/>.
- [43] <https://aprendiendoarduino.wordpress.com/2018/11/23/thingspeak/> .
- [44] F. J. M. Moreno, *Diseño e implementación de un sistema de alarma IoT basada en tecnologías Open Source.*, Cartagena, 30 de Agosto 2019.
- [45] <https://www.xataka.com/basics/que-ifttt-como-puedes-utilizar-para-crear-automatismos-tus-aplicaciones>.
- [46] <https://www.roldos.es/blog/automatizar-procesos-con-ifttt/>.
- [47] Available: <https://es.omega.com/prodinfo/adquisicion-de-datos.html>.
- [48] R. L. Boylestad, *Introducción al análisis de circuitos*, Mexico: PEARSON EDUCACION, 2011.
- [49] <https://sites.google.com/ieslafuentsanta.es/iot/proceso/estudio-plataformas-iot/software/thingspeak>.
- [50] <https://www.wampirius.com/thingspeak/>.
- [51] <https://www.xataka.com/basics/que-ifttt-como-puedes-utilizar-para-crear-automatismos-tus-aplicaciones>.
- [52] https://ifttt.com/maker_webhooks.
- [53] <https://la.mathworks.com/help/thingspeak/thinghttp-app.html>.
- [54] <http://frioinstalaciones.com/PDFs/Brochure%20Mantenimiento.pdf>.
- [55] <http://frioinstalaciones.com/PDFs/Brochure%20Mantenimiento.pdf>.
- [56] <http://frioinstalaciones.com/PDFs/Brochure%20Mantenimiento.pdf>.
- [57] I. A. T. Arq. Guido Almeida, *Normas Ecuatoriana de la Construcción. Sistema de Climatización NEC-HS-CL*, Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda(MIDUVI), Junio 2020.
- [58] A. C. Domínguez, *Diseño e implementación de una arquitectura IoT*, Sevilla, 2016.
- [59] <https://techclub.tajamar.es/redes-inalambricas/>.

ANEXOS

COSTOS

Planificación de materiales.

Los siguientes materiales corresponden al total de elementos utilizados para el diseño y implementación del prototipo de acuerdo con el proyecto y la arquitectura de IOT.

Tabla 8. Materiales del Proyecto.

Cantidad	Descripción	Función
1	Arduino Mega 2560	Procesador
1	ESP8266NodeMCU	Modulo wifi
1	Sensor ZMPT101 B	Sensor de voltaje
1	Sensor SCT-013-100	Sensor de corriente
1	ADS1115	Convertidor analógico a digital
1	Pantalla LCD20x4	Visualizador de valores eléctricos
1	Modulo adaptador I2C	Adaptador para modulo LCD
1	Fuente de 12 V	Alimentador al circuito
1	Baquelita (PCB)	Impresión del circuito elaborado
3	Resistencias 330ohm	Calibración de sensores
3	Borneras	Pantalla, conector sensores
1	Cables	Conectar los sensores
1	Aire acondicionado	Sistema de climatización

Autores: Jefferson Narvárez—Neyser Robayo.

Presupuesto referencial

Según las necesidades para el presupuesto para realizar este proyecto la cual la característica general es poder diseñar e implementar un medidor inteligente bajo costo que nos permita obtener datos en tiempo real del consumo de energía.

Tabla 9. Tabla de costos para elaboración del prototipo.

Cantidad	Descripción	Precio
1	Arduino Mega 2560	25
1	ESP8266NodeMCU	15
1	ADS1115	10
1	Sensor de voltaje	10
1	Sensor de corrienteSTC-013	15
1	Pantalla LCD20x4	15
1	Modulo adaptador	3
3	Borneras y terminales	3
3	Resistencias 33ohm	2
1	Fuente de 12V	15
1	Baquelita (PCB)	40
1	Cables	25
1	Aire acondicionado	500
1	Caja para el prototipo	50
	Materiales varios	200
	Total, Referencial	928

Autores: Jefferson Narvárez—Neyser Robayo.

Anexo 1 Base de datos extraídos de la plataforma ThingSpeak mediante Excel

created_at Fecha	N de secuencias	VOLTAJE(V)	AMPERAJE(A)	POTENCIA(W)
20/11/2021 17:27	9882	228	6,296	1435,70996
20/11/2021 17:27	9883	227,3	6,259	1422,93994
20/11/2021 17:27	9884	227,60001	6,287	1430,81995
20/11/2021 17:28	9885	227,2	6,156	1398,57996
20/11/2021 17:28	9886	227,39999	6,346	1442,85999
20/11/2021 17:28	9887	227,3	6,274	1425,85999
20/11/2021 17:28	9888	228,39999	6,308	1440,71997
20/11/2021 17:29	9889	228,8	6,279	1436,67004
20/11/2021 17:29	9890	229,39999	6,088	1396,71997
20/11/2021 17:29	9891	229,2	6,077	1392,90002
20/11/2021 17:30	9892	228,8	6,121	1400,53003
20/11/2021 17:30	9893	228,89999	6,22	1423,46997
20/11/2021 17:30	9894	228,5	6,063	1385,45996
20/11/2021 17:30	9895	229,39999	6,223	1427,60999
20/11/2021 17:31	9896	228,7	6,281	1436,23999
20/11/2021 17:31	9897	227,89999	6,117	1394,06995
20/11/2021 17:31	9898	228,2	6,207	1416,06995
20/11/2021 17:32	9899	228	6,226	1419,27002
20/11/2021 17:32	9900	227,8	6,19	1409,77002
20/11/2021 17:32	9901	227,2	6,238	1417,53003
20/11/2021 17:33	9902	227,7	6,147	1399,60999
20/11/2021 17:33	9903	228,5	6,209	1418,44995
20/11/2021 17:33	9904	227,39999	6,09	1385,04004
20/11/2021 17:34	9905	227,39999	6,118	1391,37
20/11/2021 17:34	9906	228,10001	6,17	1407,29004

20/11/2021 17:34	9907	227,7	6,058	1379,25
20/11/2021 17:34	9908	228,7	6,127	1401,04004
20/11/2021 17:35	9909	228,8	6,257	1431,67004
20/11/2021 17:35	9910	228,60001	6,239	1426,30005
20/11/2021 17:35	9911	228,5	6,365	1454,17004
20/11/2021 17:35	9912	228,2	6,431	1467,38
20/11/2021 17:36	9913	226,7	6,375	1445,21997
20/11/2021 17:36	9914	227,7	6,463	1471,52002
20/11/2021 17:36	9915	228,39999	6,476	1479,05005
20/11/2021 17:36	9916	227,39999	6,314	1435,63
20/11/2021 17:37	9917	227,60001	6,464	1470,98999
20/11/2021 17:37	9918	227,89999	6,503	1481,83997
20/11/2021 17:37	9919	226,3	6,401	1448,43994
20/11/2021 17:37	9920	228,2	6,316	1441,34998
20/11/2021 17:38	9921	227,39999	6,399	1455,19995
20/11/2021 17:38	9922	228	6,504	1482,88
20/11/2021 17:38	9923	227,60001	6,485	1476
20/11/2021 17:39	9924	228,60001	6,332	1447,40002
20/11/2021 17:39	9925	227,10001	6,5	1475,75
20/11/2021 17:39	9926	228,2	6,524	1488,43005
20/11/2021 17:40	9927	228,3	6,392	1459,59998
20/11/2021 17:40	9928	227,89999	6,544	1491,45996
20/11/2021 17:40	9929	227,10001	6,421	1458,14001
20/11/2021 17:40	9930	228,10001	6,56	1496,02002
20/11/2021 17:41	9931	227,3	6,57	1493,25
20/11/2021 17:41	9932	227,89999	6,485	1478,16003

20/11/2021 17:41	9933	228,2	6,424	1465,97998
20/11/2021 17:42	9934	226,89999	6,433	1459,44995
20/11/2021 17:42	9935	227,39999	6,63	1507,92004
20/11/2021 17:42	9936	227,39999	6,443	1465,47998
20/11/2021 17:42	9937	227,2	6,53	1483,87
20/11/2021 17:43	9938	226,8	6,607	1498,20996
20/11/2021 17:43	9939	227,39999	6,478	1473,12
20/11/2021 17:43	9940	227,60001	6,527	1485,18994
20/11/2021 17:43	9941	228,5	6,448	1473,38
20/11/2021 17:44	9942	228,10001	6,444	1470
20/11/2021 17:44	9943	228,10001	6,443	1469,79004
20/11/2021 17:44	9944	227,89999	6,458	1471,68005
20/11/2021 17:44	9945	228,2	6,673	1522,71997
20/11/2021 17:45	9946	228,10001	6,475	1476,97998
20/11/2021 17:45	9947	228,60001	6,667	1524,17004
20/11/2021 17:45	9948	228,39999	6,528	1491,08997
20/11/2021 17:46	9949	228	6,655	1517,52002
20/11/2021 17:46	9950	227,60001	6,5	1479,28003
20/11/2021 17:46	9951	228,3	6,555	1496,5
20/11/2021 17:46	9952	227,60001	6,568	1494,66003
20/11/2021 17:47	9953	228,3	6,615	1509,95996
20/11/2021 17:47	9954	228,5	6,655	1520,72998
20/11/2021 17:47	9955	227,5	6,585	1498,32996
20/11/2021 17:47	9956	228,2	6,649	1517,55005
20/11/2021 17:48	9957	227,39999	6,489	1475,83997
20/11/2021 17:48	9958	229,2	6,611	1515,01001

20/11/2021 17:41	9933	228,2	6,424	1465,97998
20/11/2021 17:42	9934	226,89999	6,433	1459,44995
20/11/2021 17:42	9935	227,39999	6,63	1507,92004
20/11/2021 17:42	9936	227,39999	6,443	1465,47998
20/11/2021 17:42	9937	227,2	6,53	1483,87
20/11/2021 17:43	9938	226,8	6,607	1498,20996
20/11/2021 17:43	9939	227,39999	6,478	1473,12
20/11/2021 17:43	9940	227,60001	6,527	1485,18994
20/11/2021 17:43	9941	228,5	6,448	1473,38
20/11/2021 17:44	9942	228,10001	6,444	1470
20/11/2021 17:44	9943	228,10001	6,443	1469,79004
20/11/2021 17:44	9944	227,89999	6,458	1471,68005
20/11/2021 17:44	9945	228,2	6,673	1522,71997
20/11/2021 17:45	9946	228,10001	6,475	1476,97998
20/11/2021 17:45	9947	228,60001	6,667	1524,17004
20/11/2021 17:45	9948	228,39999	6,528	1491,08997
20/11/2021 17:46	9949	228	6,655	1517,52002
20/11/2021 17:46	9950	227,60001	6,5	1479,28003
20/11/2021 17:46	9951	228,3	6,555	1496,5
20/11/2021 17:46	9952	227,60001	6,568	1494,66003
20/11/2021 17:47	9953	228,3	6,615	1509,95996
20/11/2021 17:47	9954	228,5	6,655	1520,72998
20/11/2021 17:47	9955	227,5	6,585	1498,32996
20/11/2021 17:47	9956	228,2	6,649	1517,55005
20/11/2021 17:48	9957	227,39999	6,489	1475,83997
20/11/2021 17:48	9958	229,2	6,611	1515,01001

20/11/2021 17:48	9959	228,2	6,498	1482,73999
20/11/2021 17:49	9960	229,60001	5,761	1322,42004
20/11/2021 17:49	9961	228,89999	5,388	1233,10999
20/11/2021 17:49	9962	228,10001	5,425	1237,52002
20/11/2021 17:49	9963	228	5,433	1238,64001
20/11/2021 17:50	9964	228	5,291	1206,33997
20/11/2021 17:50	9965	227,7	5,438	1237,95996
20/11/2021 17:50	9966	227,39999	5,397	1227,5
20/11/2021 17:51	9967	227,5	5,323	1211,31995
20/11/2021 17:51	9968	227,89999	5,286	1204,60999
20/11/2021 17:51	9969	228,3	5,304	1211,03003
20/11/2021 17:51	9970	228,89999	5,347	1223,68005
20/11/2021 17:52	9971	229,89999	5,458	1254,69995
20/11/2021 17:52	9972	228,5	5,42	1238,57996
20/11/2021 17:52	9973	228,3	5,355	1222,26001
20/11/2021 17:52	9974	227,89999	5,425	1236,35999
20/11/2021 17:53	9975	228,10001	5,434	1239,33997
20/11/2021 17:53	9976	228,10001	5,423	1236,96997
20/11/2021 17:53	9977	228,8	5,463	1249,83997
20/11/2021 17:53	9978	3,6	0	0
20/11/2021 17:54	9979	3,5	0	0
20/11/2021 17:54	9980	3,6	0	0
20/11/2021 17:54	9981	3,4	0	0