



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
EXTENSIÓN LA MANÁ

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA Y APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO DE MEDIDOR
INTELIGENTE DE ENERGÍA ELÉCTRICA PARA CONSUMOS
RESIDENCIALES.**

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del título de Ingeniero
Electromecánico

AUTORES:

Andrade Guerrero Adonis Gabriel
Lozada Torres Lenin Paul

TUTOR:

Ing. Hidalgo Osorio William Armando

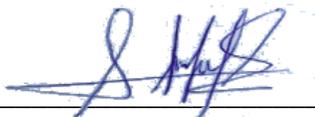
LA MANÁ-ECUADOR

MARZO-2022

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo: ANDRADE GUERRERO ADONIS GABRIEL, LOZADA TORRES LENIN PAUL, declaro ser autor del presente proyecto de investigación: “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO DE MEDIDOR INTELIGENTE DE ENERGÍA ELÉCTRICA PARA CONSUMOS RESIDENCIALES”, siendo el Ing. Hidalgo Osorio William Armando, tutor del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi extensión La Maná y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de nuestra exclusiva responsabilidad.



Andrade Guerrero Adonis Gabriel
C.I: 0504092867



Lozada Torres Lenin Paul
C.I: 1804393229

AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tutor del trabajo de investigación sobre el título:

“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO DE MEDIDOR INTELIGENTE DE ENERGÍA ELÉCTRICA PARA CONSUMOS RESIDENCIALES” de HIDALGO OSORIO WILLIAM ARMANDO de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas – CIYA, considero que dicho informe investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aporte científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del tribunal de validación de Proyecto que el Honorable Consejo Académico de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas – CIYA de la Universidad Técnica de Cotopaxi extensión La Maná designe, para su correspondiente estudio y calificación.

La Maná, marzo del 2022



Ing. Hidalgo Osorio William Armando M. Sc.
C.I: 050265788-5
TUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de lectores, aprueban el presente informe de investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi extensión La Maná, y por la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas – CIYA por cuanto los postulantes ANDRADE GUERRERO ADONIS GABRIEL, LOZADA TORRES LENIN PAUL con el título de proyecto de investigación: “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO DE MEDIDOR INTELIGENTE DE ENERGÍA ELÉCTRICA PARA CONSUMOS RESIDENCIALES”, han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

La Maná, marzo del 2022

Para constancia firman:



Firmado electrónicamente por:
PACO JOVANNI
VASQUEZ
CARRERA

M. Sc. Paco Jovanni Vásquez Carrera
C.I: 050175876-7
LECTOR 1 (PRESIDENTE)



Firmado electrónicamente por:
ALEX DARWIN
PAREDES
ANCHATIPAN

M. Sc. Alex Darwin Paredes Anchatipan
C.I: 050361493-5
LECTOR 2 (MIEMBRO)

M. Sc. Danilo Fabricio Trujillo Ronquillo
C.I: 180354732-0
LECTOR 3 (SECRETARIO)

AGRADECIMIENTO

Primero agradezco a Dios por la vida, a mis padres por su apoyo incondicional y así mismo a mis hermanas, tíos y abuelos, también agradecer a la Universidad por todo el aporte académico.

Adonis&Paul

DEDICATORIA

Dedico este proyecto a Dios, mis abuelos Neyra&Carlos, a las personas por todo su amor, apoyo, y por creer en mí lo que me ha permitido llegar hasta este momento.

Adonis

DEDICATORIA

Dedico este proyecto primero a Dios, a mis padres y hermanas por todo su amor y apoyo puesto en mí que me han permitido llegar hasta este momento.

Paul

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

EXTENSIÓN LA MANÁ

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS – CIYA

TÍTULO: “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO DE MEDIDOR INTELIGENTE DE ENERGÍA ELÉCTRICA PARA CONSUMOS RESIDENCIALES.”

Autores:

Andrade Guerrero Adonis Gabriel
Lozada Torres Lenin Paul

RESUMEN

El presente proyecto, tiene como propósito la implementación de un medidor inteligente para la medición del consumo de la energía eléctrica en las residencias, que coordina la capacidad de reflejar la energía consumida.

El desarrollo del sistema de medición inteligente permite a los usuarios residenciales conocer el consumo diario y mensual de la energía eléctrica, los cuáles serán visualizados en una pantalla digital, además se observan reportes de los parámetros eléctricos voltaje (V), corriente (A), ángulo de desfase y potencia (kW), mediciones que cualquier residente puede interpretar de manera fácil.

Las empresas eléctricas usan medidores electromecánicos, mecánicos, para la medición del consumo de energía eléctrica residencial y son los únicos que pueden medir el consumo por esto se realizara este proyecto para que también el usuario lleve las mediciones de energía que esté utilizando la vivienda de la red eléctrica para la comprobación de una facturación justa y el ahorro energético, esto realizando comprobaciones del consumo con las planillas eléctricas.

En consecuencia, se propone una opción para mejorar el surtido de información de las mediciones, implementando un nuevo sistema de medición inteligente que permitirá a los usuarios residenciales conocer el consumo de energía eléctrica, tener una participación activa en el perfeccionamiento de los recursos energéticos, cambios en la demanda, mayor flexibilidad del medidor para un uso adecuado del mismo. Para el diseño se analizaron distintos factores como: económicos y técnicos.

Palabras claves: energía eléctrica, medidor inteligente, eficiencia energética.

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI

THE MANNA EXTENSION

FACULTY OF ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES - CIYA

TITLE: “DESIGN AND IMPLEMENTATION OF A PROTOTYPE OF INTELLIGENT ELECTRICAL ENERGY METER FOR RESIDENTIAL CONSUMPTION.”

Author:

Andrade Guerrero Adonis Gabriel

Lozada Torres Lenin Paul

ABSTRACT

This project aims to implement a smart meter for measuring the consumption of electrical energy in residences, which coordinates the ability to reflect the energy consumed.

The development of the intelligent measurement system allows residential users to know the daily and monthly electricity consumption, which will be displayed on a digital screen. Furthermore, electrical parameters such as voltage (V), electric current (A), offs set and power angle (kW), are measurements that can be easily interpreted by any resident.

Electric companies use electromechanical and mechanical meters to measure residential electrical energy consumption and are the only ones that can measure consumption. For this reason, this project will be carried out to allow the user manages the energy measurements of the electrical network connected to the house to verify fair billing and energy savings by consumption verification in the electrical spreadsheets.

Consequently, It was proposed as an alternative to improve the assortment of measurement information, implementing a new smart metering system that will allow residential users to know the consumption of electrical energy, have active participation in the improvement of energy resources, changes in demand, greater flexibility of the meter for its proper use. For the design, different factors were analyzed, such as: economic and technical.

Keywords: electrical energy, smart meter, energy efficiency.

AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal CERTIFICO que:

La traducción del resumen al idioma Inglés del proyecto de investigación cuyo título versa: “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO DE MEDIDOR INTELIGENTE DE ENERGÍA ELÉCTRICA PARA CONSUMOS RESIDENCIALES” presentado por: Andrade Guerrero Adonis Gabriel y Lozada Torres Lenin Paul, egresados de la Carrera de Ingeniería Electromecánica, perteneciente a la Facultad de Ciencias de Ingeniería y Aplicadas, lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo al peticionario hacer uso del presente aval para los fines académicos legales.

La Maná, abril del 2022

Atentamente,



Firmado electrónicamente por:
**OLGA SAMANDA
ABEDRABBO RAMOS**

Lic. Olga Samanda Abedrabbo Ramos Mg.

**DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS-UTC
C.I: 050351007-5**

ÍNDICE GENERAL

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN.....	iv
AGRADECIMIENTO	v
DEDICATORIA.....	vi
RESUMEN	vii
ABSTRACT	viii
AVAL DE TRADUCCIÓN.....	ix
ÍNDICE GENERAL.....	x
ÍNDICE DE FIGURAS	xiv
ÍNDICE ANEXO.....	xvi
1. INFORMACIÓN GENERAL	1
2. INTRODUCCIÓN.....	2
3. RESUMEN DEL PROYECTO	3
4. CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	4
5. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO	4
6. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	5
7. OBJETIVOS.....	5
8. ACTIVIDADES Y SISTEMAS DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS.....	6
9. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA.....	7
9.1 Energía eléctrica	7
9.1.1 Producción energética en el Ecuador.....	7
9.2 Alimentación monofásica, bifásica y trifásica.....	7
9.3 Tipos de Servicio en Baja Tensión	8
9.3.1 Servicio monofásico dos hilos.....	8
9.3.2 Servicio bifásico tres hilos.....	8
9.3.3 Servicio trifásico cuatro hilos delta	9
9.4 Diferencia entre monofásica y bifásica o trifásica	9
9.5 Suministro monofásico	9
9.6 Beneficios de suministro monofásico.....	9
9.7 Aplicaciones de suministro monofásico o bifásico	10
9.8 Características de la energía eléctrica.....	10
9.9 Tipos de corriente	10
9.10 Tipos de instalaciones eléctricas.....	10

9.10.1 Tipos de instalaciones eléctricas según su tensión	11
9.11 Unidades de medidas eléctricas	11
9.12 Aparatos de medidas eléctricas.....	13
9.13 Principales parámetros medibles en instalaciones eléctricas.....	13
9.14 Aparatos de medición de resistencia, tensión e intensidad.....	13
9.14.1 Otros dispositivos de medida eléctrica	14
9.15 Ventajas de los dispositivos de estimación informatizados frente a los simples	14
9.16 Consumo energético en el Ecuador	14
9.17 Sistemas para la lectura de energía eléctrica	16
9.18 Pliego tarifario residencial.....	16
9.19 Medidores eléctricos.....	17
9.19.1 Origen de los medidores eléctricos.....	17
9.19.2 Operación y funcionamiento de los medidores eléctricos	18
9.19.3 Principio de funcionamiento del medidor eléctrico.....	19
9.19.4 Elementos constitutivos del medidor eléctrico.....	19
9.19.5 Características de los medidores eléctricos	21
9.19.6 Fundamentos de los medidores de energía eléctrica	22
9.20 Tipos de medidores.....	23
9.20.1 Por su construcción.....	23
9.20.1.1 Medidores electromecánicos	23
9.20.1.2 Medidores de estado sólido	24
9.21 Por la energía que miden	25
9.21.1 Medidores de energía activa:.....	25
9.21.2 Medidores de energía reactiva o aparente:	25
9.21.3 Según la exactitud.....	25
9.21.3.1 Medidores clase 0.5:.....	25
9.21.3.2 Medidores clase 1:.....	25
9.21.3.3 Medidores clase 2:.....	25
9.22 Medidores inteligentes.....	25
9.22.1 Funcionamiento de los medidores inteligentes.....	26
9.22.2 Beneficios de los medidores inteligentes	26
9.23 Diferencia entre los medidores tradicionales e inteligentes	27
9.24 Componentes principales.....	28
9.24.1 Arduino.....	28
9.24.2 Utilidad del Arduino.....	28

9.24.3	Lenguaje de programación del Arduino	28
9.24.4	Wiring	28
9.24.5	Lenguaje C/C++	29
9.24.6	Tipo de Arduino MEGA.....	29
9.24.7	Características del Arduino mega 2560.....	29
9.24.8	Especificaciones Arduino mega 2560	30
9.24.9	Ventajas Arduino mega 2560	30
9.25	Pantalla Nextion	30
9.25.1	Especificaciones	31
9.26	Módulo pzem-004t medidor multifunción	31
9.27	Sensor de corriente	31
9.27.1	Asc712 30A (sensor de corriente)	32
9.28	Sensor de voltaje.....	33
9.28.1	zmpt101b (sensor de voltaje).....	33
9.29	Memoria SD	34
9.30	Relé diferencial.....	34
9.31	Carcasa.....	34
10.	METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL	34
10.1	Tipos de investigación	36
10.1.1	Investigación bibliográfica	36
10.1.2	Investigación exploratoria	36
10.1.3	Investigación descriptiva	36
10.2	HIPÓTESIS DEL PROYECTO	36
10.3	PREGUNTA CIENTÍFICA.....	36
10.4	Elaboración del prototipo de medidor inteligente (Diagrama de flujo).....	36
10.4.1	Diseño del prototipo de medidor inteligente de energía eléctrica	38
10.4.2	Construcción del prototipo de medidor inteligente de energía eléctrica	38
10.5	Procedimiento de las conexiones:	39
10.5.1.	Para la programación de la pantalla Nextion de 4.3 pulgadas:.....	41
10.5.2	Para la programación en Arduino:.....	41
10.6	Estructura del medidor.....	42
11.	ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	42
11.1	Pruebas de voltaje y corriente.....	42
11.1.1	Prueba de medición de Voltaje AC	43
11.1.2	Prueba de medición de corriente AC	44

11.2 Pruebas de la medición de potencia activa	45
11.3 Pruebas de la medición del consumo de energía eléctrica	47
11.4 Demanda del consumo de energía eléctrica de la vivienda	49
11.5 Análisis del costo y comparación del sistema de medición implementado con un medidor comercial	52
11.5.1 Comparación del sistema de medición implementado con un medidor comercial	52
12. PRESUPUESTO DEL PROYECTO	53
13. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	54
13.1 Conclusiones:	54
13.2 Recomendaciones:	55
14. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	56
15. ANEXOS	60

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Producción bruta energética anual porcentual, 2020.	7
Figura 2. Alimentación monofásica, bifásica y trifásica.	8
Figura 3. Sensor de Corriente.	32
Figura 4. Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná.	35
Figura 5. Ubicación.	35
Figura 6. Diagrama de flujo.	37
Figura 7. Diagrama para la lectura del módulo RTC.	39
Figura 8. Diagrama para la conexión del módulo lector de tarjetas micro SD.	39
Figura 9. Conexión del módulo Pzem se utiliza el siguiente diagrama.	40
Figura 10. Conexión de la pantalla Nextion de 4.3 pulgadas.	40
Figura 11. Esquema completo de conexiones.	40
Figura 12. Programación de la pantalla Nextion.	41
Figura 13. Estructura del medidor inteligente.	42
Figura 14. Medición del voltaje con el Digital Clamp Meter.	43
Figura 15. Medición de corriente con el Digital Clamp Meter.	45
Figura 16. Medición en un bombillo.	46
Figura 17. Medición en dos bombillos.	46
Figura 18. Medición en tres bombillos.	46
Figura 19. Medición de cuatros bombillos.	47
Figura 20. Medidor de energía de la empresa eléctrica para la realización de pruebas.	47
Figura 21. Visualización del consumo (1).	48
Figura 22. Visualización del consumo (2).	49
Figura 23. Visualización del consumo en una licuadora (1).	50
Figura 24. Visualización del consumo de un ventilador.	50
Figura 25. Visualización del consumo de un televisor.	51
Figura 26. Visualización del consumo de una refrigeradora.	51
Figura 27. Logo de la Universidad presentado en la pantalla Nextion.	80
Figura 28. Logo de la carrera presentado en la pantalla Nextion.	80
Figura 29. Pantalla de carga presentada en Nextion.	81
Figura 30. Pantalla de las mediciones.	81
Figura 31. Botón para la visualización de las gráficas.	81
Figura 32. Indicadores de variables.	82

Figura 33. Botón de información de los integrantes.	82
Figura 34. Botón para la gráfica de voltaje.	82
Figura 35. Grafica del voltaje en base al tiempo.	83
Figura 36. Botón para la gráfica de la corriente.	83
Figura 37. Grafica de la corriente en base al tiempo.	83
Figura 38. Botón para la visualización de la gráfica del ángulo de desfase.	84
Figura 39. Grafica del ángulo de desfase en base al tiempo.	84
Figura 40. Botón para la visualización de la gráfica de la potencia.	84
Figura 41. Gráfica de la potencia en base al tiempo.	85
Figura 42. Cambio de color del botón para la visualización de los integrantes.	85
Figura 43. Integrantes del proyecto.	85
Figura 44. Botón para regresar al menú principal.	86
Figura 45. Visualización del tiempo.	86

ÍNDICE TABLAS

Tabla 1. Actividades y sistemas de tareas en relación a los objetivos.....	6
Tabla 2. Niveles de tensión.....	9
Tabla 3. Voltaje.	11
Tabla 4. Intensidad.	12
Tabla 5. Potencia Activa.....	12
Tabla 6. Energía.....	12
Tabla 7. Tarifario residencial.....	16
Tabla 8. Características de módulo PZEM-004T.	31
Tabla 9. Medición de Voltaje AC.....	43
Tabla 10. Mediciones de corriente AC.....	44
Tabla 11. Mediciones de potencia en las bombillas.	45
Tabla 12. Mediciones de consumo de energía eléctrica.	48
Tabla 13. Consumo de energía eléctrica.	49
Tabla 14. Comparación del sistema de medición implementado con medidores inteligentes comerciales.	52
Tabla 15. Presupuesto.....	53

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Datos del estudiante.....	60
Anexo 2. Datos del estudiante.....	61
Anexo 3. Datos del docente tutor.....	62
Anexo 4. Programación en Arduino.....	70
Anexo 5. Programación en Arduino.....	70
Anexo 6. Programación en Arduino.....	71
Anexo 7. Programación en Arduino.....	71
Anexo 8. Programación en Arduino.....	72
Anexo 9. Programación en Arduino.....	72
Anexo 10. Sensor PZEM-004T-100.....	73
Anexo 11. Sensor ACS712.....	73
Anexo 12. Sensor ZMPT101B.....	74
Anexo 13. Planos de la carcasa.....	75
Anexo 14. Plano de la tapa de la carcasa.....	76
Anexo 15. Pantalla Nextion.....	77
Anexo 16. Conexiones de todos los componentes.....	77
Anexo 17. Instalación del relé de protección.....	77
Anexo 18. Conexiones para la implementación.....	78
Anexo 19. Verificación de las líneas eléctricas.....	78
Anexo 20. Verificación de las mediciones con el medidor inteligente.....	78
Anexo 21. Implementación del prototipo.....	79
Anexo 22. Verificación del correcto funcionamiento del prototipo.....	79
Anexo 23. Prototipo finalizado.....	79
Anexo 24. Manual de usuario.....	80

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título del Proyecto:

“Diseño e Implementación de un prototipo de medidor inteligente de Energía Eléctrica para consumos residenciales”

Fecha de inicio:

Octubre del 2021

Fecha de finalización:

Marzo del 2022

Lugar de ejecución:

Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná

Unidad académica que auspicia:

Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas CIYA

Carrera que auspicia:

Ingeniería Electromecánica

Proyecto de investigación vinculado:

Equipo de trabajo:

Tutor del Proyecto:

MSc. Ing. Hidalgo Osorio William Armando

Postulante:

Andrade Guerrero Adonis Gabriel
Lozada Torres Lenin Paul

Área de conocimiento:

Ingeniería, Industria y Construcción

Línea de investigación:

Energías Alternativas y Renovables eficiencia energética y protección ambiental.

Sub líneas de investigación de la carrera:

Diseño, construcción y mantenimiento de elementos, prototipos y sistemas electromecánicos.

2. INTRODUCCIÓN

El estudio de la demanda de energía, implica no solo hacerla llegar hasta el usuario (Generar, Transmitir y Distribuir), sino medirla y cobrarla. Hasta finales del siglo XX, la mayoría de los países del planeta estimaban la utilización de la energía mediante medidores de potencia mecánicos conocidos como medidores Ferraris. Para ello implicaba (e implica todavía en muchos países) el desplazamiento de personal para tomar las respectivas lecturas de consumo y la posterior consolidación de datos. (Zafra Martínez, 2017).

Los contadores de electricidad han evolucionado desde los medidores electromecánicos a los electrónicos sin partes móviles, y actualmente a los automáticos e inteligentes. Los Smart Meter, que son dispositivos electrónicos de medición de energía con capacidad de comunicación, son relativamente nuevos en el mercado. Las aplicaciones de estos equipos o sistemas van desde la recogida simple de datos de consumo por parte de la empresa prestadora de servicios o del usuario, hasta el control de flujo de carga, la venta de energía prepagada, el control de la calidad de la energía, el ahorro de energía, la detección de robo de energía, la automatización de hogares, etc. (Zafra Martínez, 2017).

El uso y lectura de los medidores análogos utilizados en el Ecuador no llegan a ser muy intuitivos y entendibles para el consumidor, por lo cual debido al desconocimiento de las unidades utilizadas y del método de medición se llega a malgastar grandes cantidades de energía, esto se puede evitar mediante el uso de medidores inteligentes mucho más entendibles para el consumidor.

El presente proyecto se fundamenta en diseñar e implementar un prototipo de medidor inteligente de energía eléctrica para consumos residenciales basado en un microcontrolador, con capacidad de operar de forma autónoma. El sistema puede medir parámetros básicos de la red eléctrica como voltaje, corriente, frecuencia, los consumos de potencia y energía y el costo asociado a los mismos a su vez tiene la capacidad de acumular datos de consumo.

El consumo de energía eléctrica se mide en tiempo real y en unidades que son más perceptibles para el cliente (vatios/hora), para que el cliente disponga de los datos necesarios para tomar decisiones sobre el uso de la energía, el cliente querrá percibir realmente cuánta energía está consumiendo, cuándo la utiliza y cuánto sería el costo del consumo de la energía eléctrica, ahorrar dinero eligiendo el mejor momento para consumir electricidad.

Mediante información obtenida de investigaciones bibliográficas apoyadas en fuentes electrónicas y estadísticas, se ha implementado un circuito electrónico en donde intervienen elementos como: sensores de corriente y voltaje quienes serán los encargados de tomar datos de señales analógicas, enviando al Arduino mismo que realiza la transformación de señales analógicas a señales digitales, así mismo el Arduino se encarga de realizar el proceso de calibración de los sensores e internamente el ajuste de los parámetros para ser visualizados. (Morales et al., 2020).

Los datos recolectados por los sensores y por el Arduino con su respectiva conversión, se podrán visualizar de una manera más sencilla y amigable para el usuario, el cual es desarrollada mediante una interface gráfica permitiéndonos no solamente visualizar los parámetros de consumo de corriente y de voltaje, sino que también el almacenamiento de datos, brindándonos un servicio bastante seguro y sobre todo informativo.

3. RESUMEN DEL PROYECTO

El presente proyecto, tiene como propósito la implementación de un medidor inteligente para la medición del consumo de la energía eléctrica en las residencias, que coordina la capacidad de reflejar la energía consumida.

El desarrollo del sistema de medición inteligente permite a los usuarios residenciales conocer el consumo diario y mensual de la energía eléctrica, los cuáles serán visualizados en una pantalla digital, además se observan reportes de los parámetros eléctricos voltaje (V), corriente (A), ángulo de desfase y potencia (kW), mediciones que cualquier residente puede interpretar de manera fácil.

Las empresas eléctricas usan medidores electromecánicos, mecánicos, para la medición del consumo de energía eléctrica residencial y son los únicos que pueden medir el consumo por esto se realizara este proyecto para que también el usuario lleve las mediciones de energía que esté utilizando la vivienda de la red eléctrica para la comprobación de una facturación justa y el ahorro energético, esto realizando comprobaciones del consumo con las planillas eléctricas.

En consecuencia, se propone una opción para mejorar el surtido de información de las mediciones, implementando un nuevo sistema de medición inteligente que permitirá a los usuarios residenciales conocer el consumo de energía eléctrica, tener una participación activa en el perfeccionamiento de los recursos energéticos, cambios en la demanda, mayor

flexibilidad del medidor para un uso adecuado del mismo. Para el diseño se analizaron distintos factores como: económicos y técnicos.

Palabras claves: energía eléctrica, medidor inteligente, eficiencia energética.

4. CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Desde décadas anteriores en el Ecuador el suministro y medición de energía eléctrica ha sido controlada para la empresa eléctrica proveedora de la misma, que utiliza medidores electromecánicos los cuales registran y almacenan el consumo durante un periodo de tiempo.

El proyecto parte de la privación que no solo el proveedor del suministro eléctrico sea el que monitoree la potencia consumida sino también el usuario, verificando los datos de la red eléctrica y de una forma detallada.

La tecnología de los medidores inteligentes principalmente permitirá al usuario tomar decisiones de manera correcta para el uso razonable de la energía eléctrica, con esto se logrará un objetivo importante como es el ahorro energético reflejado en el pago de sus facturas en este servicio básico.

5. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

Beneficiarios Directos

Los beneficiarios directos son los estudiantes de Ingeniería en Electromecánica, al poder fortalecer sus conocimientos teóricos poniendo en práctica y demostrando la cualidad de enseñanza que se ha recibido durante su etapa en la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná.

Beneficiarios Indirectos

Los beneficiarios indirectos son los pobladores del Cantón La Maná, ya que con el prototipo podrán medir el consumo eléctrico en tiempo de real y tener un histórico para poder planificar su producción y disminuir el valor de su planilla eléctrica y así mismo la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná podrá utilizar el prototipo como material didáctico para la educación de sus estudiantes.

6. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

Planteamiento del problema

En Ecuador, en el área urbana, la mayoría de los hogares tienen administración de energía. A medida que pasa el tiempo, cada vez se realizan más emprendimientos para dar mayor comodidad en la observación y recopilación de información sobre la energía del consumo residencial. Actualmente en la parte residencial del Cantón La Maná no existe un sistema de monitoreo individual para cada circuito eléctrico en el hogar, se utilizan medidores electromecánicos expuestos por la empresa eléctrica proveedora de la energía los cuales registran los consumos de cada residencia. El usuario paga un valor mensualmente por la energía consumida pero no cuenta con la accesibilidad para poder monitorear su consumo diario o semanal; por eso es de suma importancia analizar este consumo y concienciar sobre el uso excesivo de los equipos que se encuentran en los diversos circuitos.

Delimitación del problema

Actualmente en el Cantón La Maná usan medidores electromecánicos empleados por la empresa eléctrica proveedora de la misma, los cuales registran los consumos de cada residencia, pero el usuario no cuenta con la accesibilidad para poder monitorear el consumo diario o semanal en tiempo real; por esto el propósito de este proyecto es satisfacer la necesidad del usuario de poder monitorear la potencia instantánea que consumen todas las cargas conectadas a la red eléctrica o a su vez poder consultar la energía consumida dentro de un periodo para comparar estos datos con el medidor del proveedor de servicio eléctrico.

7. OBJETIVOS

Objetivo General

- Implementar un prototipo de medidor inteligente de energía eléctrica para consumos residenciales.

Objetivos específicos

- Diseñar un sistema de medición inteligente que sea capaz de medir el consumo eléctrico dentro del hogar.

- Ejecutar el prototipo de medidor inteligente de energía eléctrica.
- Analizar las mediciones de energía eléctrica consumidas utilizando el prototipo de medidor inteligente.

8. ACTIVIDADES Y SISTEMAS DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS.

Tabla 1. Actividades y sistemas de tareas en relación a los objetivos.

Objetivos	Actividades	Resultados de las actividades	Descripción (técnicas e instrumentos)
Diseñar un sistema de medición que sea capaz de medir el consumo eléctrico dentro del hogar.	Realizar las conexiones en los respectivos softwares para el diseño del sistema inteligente.	Mostrar el estado de las conexiones y presentar el diseño del circuito de medición.	Análisis documental. Diagramas eléctricos y electrónicos. Cálculos. Arduino.
Ejecutar el prototipo de medidor inteligente de energía eléctrica.	Selección de los componentes que forman el medidor inteligente para su elaboración.	Construcción del prototipo de medición.	Planos eléctricos, planos mecánicos, Solidworks. Programación. Nextion.
Analizar las mediciones de energía eléctrica consumidas utilizando el prototipo de medidor inteligente.	Comparar datos de nuestro circuito de medición con el medidor del proveedor de servicio eléctrico.	Detectar las principales cargas eléctricas causales del mayor consumo eléctrico.	Mediciones. Cálculos. Hoja de registro. Prototipo.

Fuente: (Andrade & Lozada, 2022).

9. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

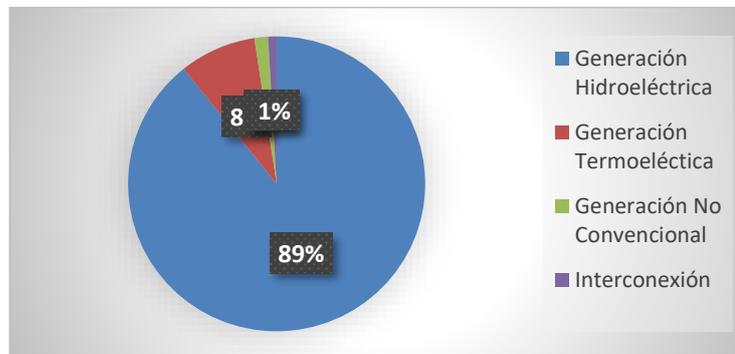
9.1 Energía eléctrica

La energía eléctrica actúa como corriente eléctrica, como el movimiento de cargas eléctricas negativas, o electrones, por medio de un cable conductor metálico como resultado de la diferencia de potencial que un generador esté aplicando en sus extremos. Siempre que se acciona un interruptor, se cierra un circuito eléctrico y se crea el movimiento de electrones por medio del cable conductor. Las cargas que se desplazan pertenecen a los átomos de la sustancia del cable, que tiende a ser de metal, puesto que los metales, al tener más grande proporción de electrones libres que otras sustancias son los mejores conductores de la electricidad (Ramos Gonzales, 2020).

9.1.1 Producción energética en el Ecuador

Teniendo en cuenta el compromiso del parque generador nacional y las importaciones por parte de las juntas de todo el planeta, la energía bruta entregada en 2020 ascendió a 27.120 GWh.; valor que muestra una reducción del 2,21% respecto al año previo, cuya reducción se causó en la generación hidroeléctrica, termoeléctrica y no común, según la Figura 1 del reporte anual del CENACE (CENACE, 2020).

Figura 1. Producción bruta energética anual porcentual, 2020.

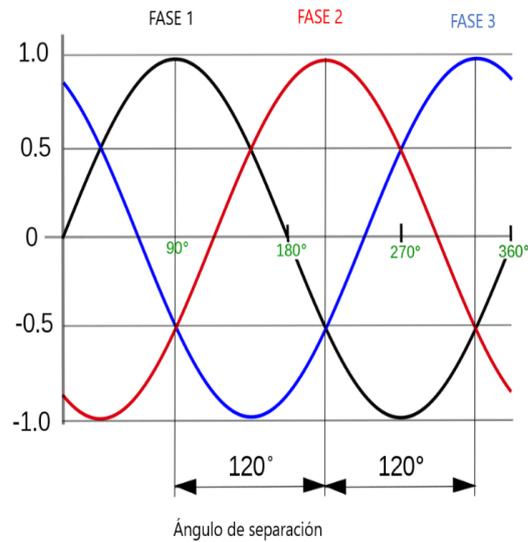


Fuente: (CENACE, 2020).

9.2 Alimentación monofásica, bifásica y trifásica

El concepto “fase” define la señal eléctrica que brinda la empresa suministradora, que la utilización doméstica es una onda senoidal de 60Hz con una tensión de 127V. La organización eléctrica en Ecuador es un sistema trifásico balanceado, que se compone de tres ondas senoidales con misma tensión eléctrica, pero con un “desfasamiento” de 120° entre ellas, y se nombran A, B y C (ON SOUND, 2020).

Figura 2. Alimentación monofásica, bifásica y trifásica.



Fuente: (ON SOUND, 2020).

A cada onda senoidal se le llama “fase “, derivado del término “fasor” que es la representación gráfica de una onda en el dominio del tiempo. Monofásico tiene relación a una onda que adjuntado con el neutro resultan en una tensión de 127V llamada tensión de fase a neutro (VN). En un sistema bifásico se utiliza uno de los tres sistemas de etapas, ya sea AB, BC o CA., dando como resultado una tensión llamada de línea a línea (VL) en el cual su nivel de tensión es semejante al de fase a neutro multiplicado por un aspecto de raíz cuadrada de 3 = 1.732 (ON SOUND, 2020), es decir:

$$VL = VN\sqrt{3} \quad (\text{Ecuacion 1})$$

$$220V = 127 V\sqrt{3} \quad (\text{Ecuacion 2})$$

9.3 Tipos de Servicio en Baja Tensión

9.3.1 Servicio monofásico dos hilos

1 fase 2 hilos > Sistema monofásico que tiene relación a etapa y neutro y es el más habitual en domicilios, áreas de trabajo y shoppings chicos.

9.3.2 Servicio bifásico tres hilos

1 fase de 3 hilos > Sistema bifásico que tiene una proporción de tensión de línea a línea de 2 fases de principio a fin con su neutro. Equivale a 2 fases y un neutro.

9.3.3 Servicio trifásico cuatro hilos delta

3 fases 4 hilos > Sistema trifásico que tiene una conexión a 3 fases con neutro, es el más reconocido para la alimentación moderna, corporativa y empresarial.

A nivel latinoamericano, donde se incorpora el Ecuador. El voltaje nivel es de 120 V y una frecuencia de 60 Hz para esas propiedades eléctricas están diseñados los aparatos eléctricos (ON SOUND, 2020).

Tabla 2. Niveles de tensión.

ALTA TENSION	69 Kv-138Kv-230Kv-500Kv
MEDIA TENSION	13,8Kv
BAJA TENSION	120V-220V

Fuente: (ON SOUND, 2020).

9.4 Diferencia entre monofásica y bifásica o trifásica

Tanto los sistemas de alimentación como monofásicos como bifásicos o trifásicos usan alimentación de CA para referir entidades. Gracias a que el fluido de corriente con alimentación de CA siempre está en las direcciones de alternancia (Watt, 2020).

9.5 Suministro monofásico

En el campo de la electricidad, el suministro de una sola fase es la reserva de energía de CA por un sistema en el que todos los voltajes de suministro se intercambian todo el tiempo (Watt, 2020).

Una es con la conexión entre dos fases o con la conexión entre una fase y neutral. Estos dos van a dar voltajes diferentes (110V – 220 V) de una fuente de alimentación dada. Esta clase de suministro de fase brinda hasta 220V (Watt, 2020).

Este suministro se utilizan para el desempeño de electrodomésticos como aires acondicionados, televisores, ventiladores, calentadores, etc. (Watt, 2020).

9.6 Beneficios de suministro monofásico

Los resultados positivos de seleccionar un suministro monofásico tienen dentro los próximos.

- El diseño es simple
- El valor de interfaz es menor
- La fuente de alimentación de CA más competente para hasta 1000 vatios

- La fuente de alimentación de CA monofásica suele ser competente para hasta 1000 vatios.
- Extensa selección de usos de apps (Watt, 2020).

9.7 Aplicaciones de suministro monofásico o bifásico

La utilidad de suministro de una etapa o de dos etapas tiene lo siguiente:

- Esta fuente de alimentación es relevante para los hogares y organizaciones.
- Se utiliza para dar energía a viviendas, posteriormente al igual que a las organizaciones no modernas.
- Esta fuente de alimentación es hasta el punto de mantener los motores de trabajo de hasta exactamente 5 (hp) (Watt, 2020).

9.8 Características de la energía eléctrica

De manera recurrente, estas cargas eléctricas negativas (electrones) se mueven por medio del conductor eléctrico. Comúnmente el conductor es de un material metálico ya que tienen más grande proporción de electrones libres (Planas, 2020).

Las cargas eléctricas que se desplazan por medio del conductor pertenecen a los átomos de las sustancias del propio conductor (Planas, 2020).

Generalmente, un átomo tiene carga neutra. Esto quiere decir que tiene el mismo número de cargas positivas (protones) que negativas (neutrones). No obstante, algunos átomos tienen carga eléctrica: son los iones (Planas, 2020).

9.9 Tipos de corriente

Dependiendo del movimiento de las cargas existen dos tipos de corrientes en un circuito eléctrico.

- **Corriente continua.** Las cargas eléctricas se mueven de manera lineal por medio del conductor eléctrico.
- **Corriente alterna.** Los electrones vibran generando ondulaciones (Planas, 2020).

9.10 Tipos de instalaciones eléctricas

Las instalaciones eléctricas son aquellos conjuntos de circuitos eléctricos cerrados que se emplean para trasladar la energía eléctrica, de tal forma que eso permita la realización de distintos procesos, funciones y actividades. A pesar de que existen varios tipos de instalaciones eléctricas en función de su tensión o de su utilización, cada una de ellas se

corresponde en que su diseño fundamental es trasladar la energía eléctrica a los componentes del cliente a partir de los componentes del fabricante. A continuación, detallaremos cuáles son las diferencias entre estos distintos tipos de instalaciones (Grupo Turelectric, 2019).

9.10.1 Tipos de instalaciones eléctricas según su tensión

1) Instalaciones eléctricas de alta tensión

Las instalaciones eléctricas de alta tensión son las más utilizadas por la industria. Se trata de instalaciones que tienen la capacidad de producir, hacer circular, transportar y modificar la energía eléctrica con tensiones superiores a 1.000 o 1.500 voltios. La tensión, en contraste con lo que pasa con otro tipo de instalaciones eléctricas, se crea por fuerza motriz y puede provenir de centrales nucleares, termoeléctricas, parques eólicos o fotovoltaicos (Grupo Turelectric, 2019).

En este tipo de instalación eléctrica, la energía se transforma en baja tensión con el objetivo de que el cliente final pueda consumirla. Las áreas que utilizan la alta tensión serán generalmente las áreas modernas y terciarias. Las líneas de organización en la situación de la alta tensión tienen la posibilidad de ser aéreas o subterráneas. Estas líneas transportan cargas con tamaños que no suelen superar los 400 amperios (A). Las líneas eléctricas tienen la posibilidad de dar de comer de manera directa al cliente o bien a los centros de transformación de la empresa eléctrica que tenga adjudicada su organización (Grupo Turelectric, 2019).

2) Instalaciones eléctricas de baja tensión

Los establecimientos de baja tensión son aquellos que crean o dispersan energía eléctrica para la propia utilización de los clientes finales, si bien la definición se extiende a aquellos que obtienen un flujo de intercambio equivalente o inferior a 1000 voltios y un flujo directo equivalente o inferior a 1500 voltios (Grupo Turelectric, 2019).

9.11 Unidades de medidas eléctricas

Voltaje: Es la energía necesaria para que los electrones se pongan en marcha.

Tabla 3. Voltaje.

Símbolo	Unidad	Instrumento de medida

V	Voltio (V)	Voltímetro
---	---------------	------------

Fuente: (Andrade & Lozada, 2021).

Intensidad: Es la cantidad de electrones que fluyen cada segundo en un circuito eléctrico.

Tabla 4. Intensidad.

Símbolo	Unidad	Instrumento de medida
I	Amperios (I)	Amperímetro

Fuente: (Andrade & Lozada, 2021).

Potencia Activa: Trabajo realizado por los electrones en un circuito eléctrico.

$$P = V * I * \cos\varphi \quad (\text{Ecuacion 3})$$

Tabla 5. Potencia Activa.

Símbolo	Unidad	Instrumento de medida
P	Vatio (W)	Vatímetro

Fuente: (Andrade & Lozada, 2021).

Energía: Es la capacidad para realizar un trabajo.

$$E = P * T \quad (\text{Ecuacion 4})$$

Tabla 6. Energía.

Símbolo	Unidad	Instrumento de medida
KWh	Kilovatio - hora (KWh)	Medidor o contador

Fuente: (Andrade & Lozada, 2021).

9.12 Aparatos de medidas eléctricas

Tener la opción de calibrar y medir la fuerza de los distintos componentes de la energía eléctrica en los dos establecimientos y cargas nos ayuda a trabajar con una precisión y seguridad más destacadas. Los equipos de medición eléctrica aceptan saber desde la existencia de corriente eléctrica achicando de esta forma el peligro de descarga o facilitando la ubicación de roturas, hasta medir la tensión, intensidad o resistencia de líneas y aparatos eléctricos (Equipo Grupo Novelec, 2019).

9.13 Principales parámetros medibles en instalaciones eléctricas

Vamos a centrarnos en los tres límites que más se suelen comprobar cuando se realiza trabajos de instalaciones eléctricas:

- **La resistencia:** es el valor, comunicado en ohmios (Ω), que nos informará respecto a la potencia frente a la progresión del flujo eléctrico entre dos marcas de un circuito asociado por un canal eléctrico. Conocer la oposición de la guía permitirá decidir la tensión y el amperaje adecuados para la presentación efectiva de la carga.
- **La tensión:** cuantificará el contraste eléctrico probable entre dos lugares de un circuito y se comunicará en voltios.
- **La intensidad:** este límite se refiere a la corriente eléctrica en un establecimiento y se estima en amperios (Equipo Grupo Novelec, 2019).

9.14 Aparatos de medición de resistencia, tensión e intensidad

Para la medición de todos estos parámetros hay equipos particulares.

- **Óhmetro**

Para saber la resistencia en un circuito o una carga debemos hacer la conexión del óhmetro en paralelo al elemento que deseamos medir y desconectado a ninguna otra fuente de energía eléctrica dado que el óhmetro usa la carga de su propia batería y la apertura a una fuente externa podría cambiar los resultados de la medición (Equipo Grupo Novelec, 2019).

- **Voltímetro**

Para conseguir el voltaje o distingue de tensión entre dos puntos, generador y receptor, realizaremos la conexión del dispositivo de medida en paralelo y con el circuito conectado al fluido eléctrico, ósea, baja tensión (Equipo Grupo Novelec, 2019).

- **Amperímetro**

La estimación del flujo de electrones se realiza asociando el amperímetro en serie sobre la línea a estimar y además bajo tensión. Puedes investigar la Pinza amperimétrica maleable F3000 TRMS (Equipo Grupo Novelec, 2019).

- **Multímetro o polímetro**

Este conjunto de estimación eléctrica reúne en una sola unidad electrónica la estimación de los tres alcances recientemente referenciados. Está equipado con un conmutador con apariencia de ruleta que facilita el paso de un método de medición a otro. De la misma manera tiene diferentes bornes o conexiones según vaya a ser empleado para medir la resistencia, tensión o amperaje tanto en corriente alterna como en corriente continua (Equipo Grupo Novelec, 2019).

9.14.1 Otros dispositivos de medida eléctrica

Para la medición de la potencia activa que consume una carga va a ser primordial un vatímetro que mide de forma simultánea el voltaje y amperaje bajo tensión y nos comunica del consumo en watios. Este dispositivo dispone de 4 plataformas que deben conectarse dos en paralelo (tensión) y dos en serie (corriente) al elemento a medir (Equipo Grupo Novelec, 2019).

9.15 Ventajas de los dispositivos de estimación informatizados frente a los simples

Los diferentes artilugios de estimación pueden encontrarse en modelos simples, que muestran la medición a través de una aguja que asciende o desciende en una escala alineada, y en modelos avanzados que descifran el impulso eléctrico obtenido en un valor matemático que se muestra en un monitor (Equipo Grupo Novelec, 2019).

La primordial virtud de los equipos digitales es que han logrado reducir el margen de error tanto en la calibración como en la lectura ofreciendo una más grande exactitud en los resultados que se consiguieron. Uno de los principales artífices de esta circunstancia es Fluke, que desde su fundación en 1948 ha caracterizado y fomentado el mercado de la innovación (Equipo Grupo Novelec, 2019).

9.16 Consumo energético en el Ecuador

Según el Balance Energético Nacional 2019, la utilización de energía por individuo en el rango de 2009 y 2019 mostró un incremento del 39,4%, pasando de 1.088 kWh por ocupante a 1.517 kWh por habitante. En este documento elaborado por el Ministerio de Energía y Elementos Naturales No Renovables (MERNNNR) y el Centro de Investigaciones Geológicas y Energéticas (IIGE), se puede observar que la utilización de energía per cápita se desarrolló

en un 2% en el rango de 2018 y 2019, pasando de 1.488 kWh por habitante a 1.517 kWh por ocupante (Instituto de Investigación Geológico y Energético, 2019).

Diferentes informaciones recogidas en el BEN 2019, muestran que el manantial de energía primaria de mayor creación en el periodo 2009-2019 en Ecuador fue el petróleo; de esta manera, en 2019 hubo una creación de energía fundamental de 223 millones de Barriles Equivalentes de Petróleo (BEP). Del total creado, el 86,9% estuvo involucrado por el petróleo, el 4,4% por el gas de petróleo y el 8,7% por la energía de fuentes inagotables (energía hidroeléctrica, leña, productos de caña, energía eólica, fotovoltaica y biogás). El año pasado hubo una expansión del 3,4% en la creación de principios completos en contraste con 2018, a la luz de la expansión útil en el petróleo y la energía hidroeléctrica, que apareció 2,7% y 19,3% respectivamente (Instituto de Investigación Geológico y Energético, 2019).

Puede observarse además que el 98,3% de la energía consumida por el área transporte provino de diésel y gasolinas. En tanto que, la electricidad fue la fuente de más grande uso en el área industrial, con el 48,6%, seguido de diésel con el 17,2% del total. La electricidad y el diésel fueron igualmente las fuentes de energía con mayor atractivo en las regiones de negocios y ayuda pública en 2019, con una participación del 60,2% y 31,3% respectivamente. En el área residencial, la mayor utilización de energía provino del Gas Licuado de Petróleo (GLP), con un 52,1% del total, seguido de la energía eléctrica, con un 37,4% (Instituto de Investigación Geológico y Energético, 2019).

El Balance Energético Nacional es una utilidad técnica, que se muestra de forma anual, como un elemento infaltante para la toma de elecciones estratégicas en el área energético, fundamentadas en la eficacia, transparencia y establecidas bajo un manejo técnico y sostenible de los elementos accesibles. En este archivo los apasionados tienen la posibilidad de comprender además acerca de: el trabajo del petróleo como fuente de energía esencial, y su pensamiento para el país como una contribución a las instalaciones de tratamiento y como un producto básico; la mejora de la creación de energía en el país, en su mayor parte de inicio sostenible, al igual que el avance de la utilización de energía por ocupante; la enorme expansión en los envíos de energía de acuerdo con los años anteriores, al igual que la enorme disminución de las importaciones de energía; la tendencia de desarrollo del interés de la energía en la nación, principalmente contenida por la utilización en el transporte, las áreas modernas y privadas de la nación, etc.(Instituto de Investigación Geológico y Energético, 2019).

9.17 Sistemas para la lectura de energía eléctrica

Un sistema de medición de energía es aquel que permite realizar medidas del consumo de energía de un determinado sistema o servicio eléctrico utilizado en la industria o a un nivel domiciliario, que permiten calcular el consumo de energía en kWh ya sea de un servicio eléctrico o de un sistema completo. En Ecuador la lectura del consumo eléctrico de los domicilios es realizada mediante contadores de energía electromecánicos, los cuales almacenan valores de energía consumida durante un periodo de tiempo. La toma de las lecturas de estos dispositivos es realizada por personal de la empresa eléctrica una vez al mes para poder calcular el consumo mensual de energía de los diferentes domicilios, con estos valores y realizando algunas operaciones matemáticas obtienen el valor a pagar de la planilla (Escalona Hernandez & Sánchez Oñate, 2020).

9.18 Pliego tarifario residencial

Se aplica a todos los clientes sujetos a la categoría residencial, independientemente del tamaño de la carga conectada. El consumidor debe pagar:

- Un cargo por venta en USD/consumidor-mes, sin dependencia del consumo de energía
- Cargos incrementales por energía en USD/kWh, en funcionalidad de la energía consumida (Agencia de Regulación y Control de Energía y Recursos Naturales No Renovables, 2020).

Tabla 7. Tarifario residencial.

RANGO DE CONSUMO	DEMANDA (USD/KW – mes)	ENERGÍA (USD/KWh)	COMERCIALIZACIÓN (USD/Consumidor)
CATEGORÍA	RESIDENCIAL		
NIVEL VOLTAJE	BAJO Y MEDIO	VOLTAJE	
1 – 50		0,091	
51 – 100		0,093	
101 – 150		0,096	

151 – 200	0, 097	
201 – 250	0, 099	
251 – 300	0, 101	
301 – 350	0, 103	
351 – 500	0, 105	1, 414
501 – 700	0, 1285	
701 – 1000	0, 1450	
1001 – 1500	0, 1709	
1501 – 2500	0, 2752	
2501 – 3500	0, 4360	
Superior	0, 6812	
	RESIDENCIAL	TEMPORAL
		0, 1285

Fuente: (Andrade & Lozada, 2022).

9.19 Medidores eléctricos

Los medidores de energía son dispositivos usados para la medida del consumo de energía eléctrica. Hay numerosos tipos de medidores en relación de su creación, tipo de energía que mide, alimentación y de acuerdo con la precisión.

El contador de energía eléctrica se compone de dos secciones:

- **Caja principal o verificadora:** Es el lugar donde se encuentra el instrumento de medida, compuesto por: rizo de tensión, bucle de corriente, el círculo pivotante y el numerador
- **Caja de conexiones o bornera:** Como su nombre indica, es el lugar donde se realizan las asociaciones de contadores (Mamani Salas, 2019).

9.19.1 Origen de los medidores eléctricos

La necesidad de cobrar a los residentes por la utilización de bienes fundamentales se remonta a la antigua Roma, ya que al principio el agua se distribuía de manera libre y a cambio de

nada, los residentes no la explotaban productivamente y el agua se desperdiciaba, razón por la cual los especialistas optaron por cobrar por su utilización y de forma similar a cada uno de los ocupantes (Mamani Salas, 2019).

Hacia el final del siglo XIX, el poder empezó a ser utilizado habitualmente y considerado oficialmente, y las normas del poder empezaron a ser adoptadas paso a paso:

- En 1820, Hans Christian Orsted observó que el flujo eléctrico crea un campo de atracción.
- En 1879, Thomas Edison invento el foco eléctrico
- En 1882 Thomas Edison encendió el trabajo de base del sistema de distribución de energía eléctrica en el mundo
- En 1888, George Westinghouse y Oliver Challenger desarrollan el medidor de energía eléctrica (Mamani Salas, 2019).

Hoy en día, conviven los antiguos modelos analógicos que indican la energía empleada por medio de movimientos de un disco giratorio con los modernos equipos digitales que reportan por medio de una señal radiante (Mamani Salas, 2019).

9.19.2 Operación y funcionamiento de los medidores eléctricos

La exposición de un medidor electromecánico utiliza dos disposiciones de bucles que crean campos atractivos; estos campos trabajan sobre una placa, (típicamente con tendencia a ser de aluminio, que es una guía no atractiva donde se producen los flujos de remolino). La actividad entregada por los bucles de corriente sobre el campo atractivo de los rizos de tensión y la actividad de los flujos de remolino creados por los rizos de tensión sobre el campo atractivo de los rizos de corriente dan un resultado vectorial, por ejemplo, que genera unos cuantos giros sobre el disco. El giro se corresponde con el límite consumido por el circuito (Mamani Salas, 2019).

Otra de las funcionalidades del Vatímetro, medidor eléctrico o medidor de consumo eléctrico, es la de medir el consumo de energía eléctrica de un circuito o un servicio eléctrico, siendo este su propósito primordial. Para su actividad, en general, están dispuestos y alineados en elementos de carga comerciales, siendo el más conocido el kilovatio-hora (kWh). Un ángulo más para la actividad y ejecución de los contadores de energía es que deben disponerse y ajustarse para varias clases de estimaciones, por ejemplo, tensiones de referencia, congruencia evaluada, corriente rudimentaria, corriente evaluada, corriente más extrema,

clase de exactitud, número de etapas, número de cables, número de componentes y cargabilidad (Mamani Salas, 2019).

9.19.3 Principio de funcionamiento del medidor eléctrico

Para saber el consumo de energía eléctrica llevado a cabo por un usuario es requisito tener un dispositivo que registre dicho consumo en capacidad por hora, labor que ejercen los medidores eléctricos, además populares como Vatíhorímetros (watthorimetro) (Quishpe Gaibor & Sisa Sandoval, 2018).

La medición se ejecuta por medio de sensores que miden el voltaje y la corriente en la línea de suministro y más adelante, estas cambiantes son adquiridas por un procesador o microcontrolador que tiene como función llevar a cabo los cálculos que corresponden al consumo (potencia por hora-W/h), el cual se expone en un dispositivo de monitorización digital (pantallas de cristal líquido) (Quishpe Gaibor & Sisa Sandoval, 2018).

En la actualidad los contadores de energía subjetivamente simples son extensamente usados, y por medio de los progresos de la ingeniería y la exploración se ha creado técnicas en favor a su solidez, exactitud y confiabilidad bajo todas las condiciones de carga para las cuales están diseñados y construidos (Quishpe Gaibor & Sisa Sandoval, 2018).

9.19.4 Elementos constitutivos del medidor eléctrico

Hay numerosas clases de contadores, siendo los electrónicos y electromecánicos los más vistos. Los electromecánicos emplean dispositivos populares como bobinados de corriente y de tensión para crear corrientes parásitas en un disco que, por la incidencia de los campos magnéticos, crea un giro que desplaza las agujas del cuadrante (Equipo de Redacción PartesDel.com, 2019).

En tanto que los contadores electrónicos utilizan convertidores analógico-digitales para hacer la transformación. El contador electrónico utiliza dos bucles que fomentan los campos de atracción; estos campos trabajan como un disco (usualmente de aluminio, que es un conductor no magnético en donde se desarrollan corrientes de tipo parásitas (Equipo de Redacción PartesDel.com, 2019).

Las partes de un medidor eléctrico:

- 1) Estator
- 2) Dial

- 3) Carcasa
- 4) Rotor
- 5) Bobina de corriente.

- **Estator**

Un estator se representa como la pieza conectada de una máquina pivotante. Estas máquinas abarcan una cantidad enorme de instrumentos que se tienen la posibilidad de clasificar en motores eléctricos o además generadores eléctricos. Los mismos, son de manera fundamental la misma máquina, pero con operaciones diferentes. Los primeros dispositivos que se hicieron poseían el estator como una fuente del campo magnético. Esa fuente puede ser tanto un imán como un electroimán, que se conoce como bobina de campo. Estas bobinas se tienen la posibilidad de hacer de algún metal conductor, siendo por lo general de aluminio o cobre. En el tema industrial es muy habitual ver el empleo del cobre para bajar costos de interfaz de los elementos embobinados. El aluminio, de su lado, se puede utilizar en funcionalidades que son particulares (Equipo de Redacción PartesDel.com, 2019).

- **Dial**

El dial se refiere a una parte graduada sobre la que se desliza un indicio que tiene la capacidad de exhibir una intensidad, logrando ser un peso, agilidad, longitud de onda, por ejemplo. En ese sentido, el criterio de dial frecuente utilizarse en el sector de la radiofonía para detallar a la placa sobre la cual se desliza una aguja u otro indicio para elegir la continuidad que se quiere. De la misma manera, se conoce como dial a todas las emisoras radiales que tienen la posibilidad de captarse en una zona específica (Equipo de Redacción PartesDel.com, 2019).

- **Carcasa**

El contador o medidor debe tener una construcción que no permita la sección de residuos, humedad, insectos y todos los elementos tienen que ser resistentes a la corrosión creadas por la humedad enlazadas a altas temperaturas o un ámbito corrosivo. Tienen la posibilidad de hallarse sellados de manera que, únicamente después de romper los sellos, se logre poder ingresar a las superficies internas del mismo. No puede ser viable remover la tapa sin necesitar de utilidad o algún electrónico parecido.

La estructura del medidor debe estar desarrollada y dispuesta de tal forma que algún deformación

no persistente, no permita la ejecución de las ocupaciones del contador (Equipo de Redacción PartesDel.com, 2019).

- **Rotor**

En los aparatos eléctricos, el rotor se considera la pareja del estator. Los dos artilugios son importantes para mover la energía. El rotor tiene un eje conectado a las bobinas, conectado con el centro de giro. El primer aviso del rotor fue a finales del siglo XIX por la organización inglesa General Motors (Equipo de Redacción PartesDel.com, 2019).

- **Bobina de corriente**

Esta pieza del medidor puede estar hecha de transmisores de cobre con un área transversal que garantice la cargabilidad más notable dada por el productor, o en una placa de cobre situada para una diseminación uniforme y rápida del calor. Estos rizos deben estar trenzados en una bobina de componentes de ingeniería aislados e impermeables a las altas temperaturas. Los bucles de tensión o de corriente deben estar firmemente asegurados en su centro individual para dar una alta obstrucción mecánica y prevenir el desarrollo de vibraciones y conmociones (Equipo de Redacción PartesDel.com, 2019).

9.19.5 Características de los medidores eléctricos

Los atributos y porciones de los medidores de energía, deben tener cualidades específicas especializadas, prácticas y valiosas que deben tener las diversas piezas de los medidores de energía. Por otra parte, los contadores serán planificados y producidos por su campo de uso de comparación y deben satisfacer las necesidades de los particulares mencionados por las organizaciones (Mamani Salas, 2019).

Los materiales deben ser de primera calidad, para garantizar que todo el equipo cumple con los requisitos de la actividad incesante a lo largo de su valiosa vida. Además, para garantizar la calidad ininterrumpida del hardware, las organizaciones pueden exigir documentación que garantice lo mencionado. En caso de que el contador sea modificado por personas ajenas a la empresa, debe haber una prueba visual de las circunstancias actuales mediante la violación de los sellos o daños aparentes en el contador.

Los materiales deben ser de una calidad decente, para garantizar que todo el equipo cumple los requisitos del movimiento constante durante toda su vida útil. Además, en consecuencia, lograr la calidad inquebrantable del equipo, por otra parte, las organizaciones podrían exigir la documentación que garantice la mencionada. Si el contador está controlado por personas

ajenas a la organización, debe haber una prueba visual de la situación actual mediante la violación de los sellos o el daño aparente al contador (Mamani Salas, 2019).

9.19.6 Fundamentos de los medidores de energía eléctrica

Los datos esenciales de la energía eléctrica demuestran la utilización completa de la energía durante un tiempo determinado. La energía es un componente del resultado de la fluctuación de la corriente y la tensión a lo largo de un tiempo determinado (Zegarra Pinto, 2017).

La ecuación general de la energía eléctrica es:

$$W = K \int u i dt \quad (\text{Ecuacion 5})$$

- W = trabajo eléctrico
- K = constante
- u = tensión
- t = tiempo

Como la presión se mantiene constante, la salida de la energía es:

$$W = K u \int i dt = K_2 \int i dt \quad (\text{Ecuacion 6})$$

Siendo Q la cantidad de electricidad:

$$Q = \int i dt \quad (\text{Ecuacion 7})$$

Por lo que la cantidad electricidad:

$$W = K_2 Q \quad (\text{Ecuacion 8})$$

Es decir, los contadores registran la cantidad de energía Q que pasa por los circuitos eléctricos asociados. Por esta razón, se denomina contadores de cantidad.

Cálculo de la Potencia:

Para entender la potencia del medidor se determinará por la condición de acompañamiento:

$$P_m = \frac{3600 * N}{K * T} \quad (\text{Ecuacion 9})$$

Dónde:

- N: es la cantidad de revoluciones del disco o pulsos.
- K: es la constante del medidor.

- T: es el tiempo en segundos que tarda el plato en dar N vueltas.

Determinación del error:

Cuando se ha determinado la potencia del contador P_m y se ha estimado la potencia total P_T , se determina el error global con la ecuación adjunta:

$$\text{Error (\%)} = \frac{P_m * P_t}{P_t} * 100 \quad (\text{Ecuacion 10})$$

Dónde:

- Error (%): Es el error relativo porcentual del medidor.
- P_m : Es el potencial registrado por el medidor determinado con las vueltas del disco.
- P_T : Es la potencia medida con el instrumento.

9.20 Tipos de medidores

9.20.1 Por su construcción

9.20.1.1 Medidores electromecánicos

Estos contadores dependen de normas electromagnéticas. Un disco, regularmente de aluminio, pivota por la utilización de un campo de atracción que se produce por la progresión del flujo eléctrico hacia el cliente, de modo que su velocidad de giro es relativa a la utilización de la energía en el lugar de estimación. Este círculo está precisamente asociado a una progresión de piñones que muestran la energía absoluta consumida desde el segundo en que se introdujo el contador, es decir, las veces que la placa ha pivotado desde su inicio. A efectos de la carga, la utilización de la energía durante un periodo determinado se determina por el contraste entre el perímetro actual del contador y el perímetro del periodo de carga pasado, que representa la utilización completa en el periodo (Zegarra Pinto, 2017).

En general, este tipo de estimación se ha utilizado debido a que es abundante, sólida y algo económico. No obstante, requiere la mediación humana para reunir, transmitir y almacenar los datos que se crean. Es más, los datos totalizados sobre la utilización no dan datos adecuados con respecto a la conducta de utilización de los clientes, por ejemplo, donde el uso de la energía se centra en su mayor parte. Hay contadores de esta innovación que permiten reconocer periodos horarios, sin embargo, el valor de los datos que dan es además muy restringido. Por último, los contadores electromecánicos están equipados para estimar sólo la utilización de la energía, y no pueden registrar las interferencias en la utilización, las

desviaciones de tensión, ni serían capaces de controlar la potencia que suministran (Zegarra Pinto, 2017).

Actualmente, en el desarrollo de los medidores electromecánicos, se han fusionado importantes mejoras especializadas que han disminuido ampliamente el espacio para dar y tomar en la estimación, tales como, consolidar los aparatos de pago para la variedad de voltaje y temperatura, disminuir las rejillas mecánicas para mantenerse alejado de los infortunios, disminuir los infortunios en los componentes de detección de potencial y corriente y trabajar en la capacidad de respuesta para estimar pequeños flujos, entre diferentes avances (Zegarra Pinto, 2017).

9.20.1.2 Medidores de estado sólido

Desde la última parte de la década de 1970, los avances electrónicos se han esforzado por repetir la pauta de la estimación de la aceptación sin las partes electromagnéticas, en concreto sin círculo, ruedas dentadas y diales. Se componen fundamentalmente de cuatro partes principales: sensores, multiplicadores, convertidores matemáticos y registros (Quiroz, 2021).

Los sensores dan los recursos necesarios para llevar una tensión relativa y la corriente correspondiente al circuito de estimación (hoy un microcomponente). Los multiplicadores son el procesador donde se incrementan las calidades de voltaje y corriente para obtener la estimación de la potencia, y el convertidor matemático es el lugar donde estos números se convierten en una estructura lúcida que puede ser manejada por los registros. Los registros en la última etapa toman los números interpretados y los muestran o envían en las unidades que se utilizan para la estimación. Actualmente, este es un visible excesivamente trabajado de un medidor electrónico de vanguardia, nos faltan numerosas partes diferentes, por ejemplo, multiplexores, convertidores simples a computarizados, microchips, relojes interiores, supercondensadores, espectáculos, cargas de correspondencia, cargas de información y resultados (Quiroz, 2021).

Hoy en día, la innovación de la estimación electrónica utiliza la inspección computarizada de señales de calidades simples de tensión y corriente y las transforma en una progresión de calidades avanzadas, o en una progresión de pruebas. Cuantos más ejemplos haya en un plazo determinado, más exacta será la peritación. Esta innovación ha permitido que los medidores den más información importante al cliente que en cualquier otro momento de la memoria reciente. Mientras que un contador electromagnético da energía genuina (KWH), los contadores actuales dan tensión, corriente, factor de potencia, potencia y energía genuinas,

potencia y energía evidentes, potencia y energía receptivas, flexión sinfónica y, de vez en cuando, forma de onda y captura de ocasión (Quiroz, 2021).

9.21 Por la energía que miden

9.21.1 Medidores de energía activa:

Mide el uso de energía dinámica en kilovatios hora.

9.21.2 Medidores de energía reactiva o aparente:

Estima la utilización de la energía receptiva en kilovatios hora. La energía receptiva se evalúa con contadores electrónicos que hacen un seguimiento tanto de la energía dinámica como de la receptiva.

9.21.3 Según la exactitud

Conforme las normas mundiales, los contadores se dividen en 3 clases:

9.21.3.1 Medidores clase 0.5:

Se utilizan para cuantificar la energía activa suministrada en bloque en focos de líneas con diferentes empresas de servicios públicos o enormes compradores atendidos a 115 kV (Zegarra Pinto, 2017).

9.21.3.2 Medidores clase 1:

Incorpora contadores de tres etapas para cuantificar la energía activa y reactiva de los grandes compradores, para clientes de más de 55 kW (Zegarra Pinto, 2017).

9.21.3.3 Medidores clase 2:

Incorpora contadores de una y tres fases para estimar la energía activa en hogares, centros de trabajo, locales comerciales y pequeñas empresas con cargas inferiores a 55 kW. El índice de clase 0.5, 1, y 2 significa los límites de error porcentual admisible para todos los valores de corriente entre el 10% nominal y la máxima con un factor de potencia igual a uno. Los contadores de energía activa electrónicos deben ajustarse a los principios globales de "Contadores de energía activa estáticos - Especificaciones metrologías para la clase 0,2S y 0,5S" "Contadores de energía activa estáticos para la clase de corriente sustitutiva 1 y 2" (Zegarra Pinto, 2017).

9.22 Medidores inteligentes

El medidor inteligente o Smart meter es el componente principal en una red de distribución eléctrica inteligente o Smart Grid. Una Smart Grid es una red que incluye una variedad de medidas de operación y energía, como medidores y dispositivos inteligentes, recursos de

energías renovables y recursos de eficiencia energética. El acondicionamiento de la energía y el control de la producción y distribución de electricidad son aspectos importantes de la red inteligente. (Bertona et al., 2020).

9.22.1 Funcionamiento de los medidores inteligentes

Es esencial comprender y descifrar la actividad y los atributos de un medidor computarizado para beneficiarse de él. Una luz roja muestra si el aparato está o no alistando la utilización. Suponiendo que este piloto esté apagado, implica que no se está haciendo ninguna utilización, y suponiendo que brille, es una indicación de utilización de energía. Cuanto más rápido se encienda, mayor será la utilización (OVO energy, 2019).

Además, es útil saber que el medidor computarizado puede dejar de funcionar cuando se supera la potencia eléctrica contratada. Para esta situación, se acciona el Interruptor de Control de Potencia ICP y se corta el suministro eléctrico. Cuando esto ocurre, es posible restablecer la alimentación en la vivienda accionando el diferencial situado en el cuadro eléctrico, o reactivar el ICP apretando el botón amarillo del contador. El suministro eléctrico continuará asumiendo que la potencia utilizada está dentro de los límites adecuados de la potencia contratada (OVO energy, 2019).

El escaparate de los contadores inteligentes puede mostrar diferentes tipos de datos fascinantes como, la potencia encogida por el cliente, la utilización momentánea o la energía receptiva, e incluso puede tener la capacidad de un contador más extremo e informar si el ICP está o no en actividad. Los modelos más actuales pueden almacenar los datos de utilización hacia el final de cada mes a lo largo de los tres meses anteriores, en el caso de que sea importante consultarlos en cualquier circunstancia (OVO energy, 2019).

9.22.2 Beneficios de los medidores inteligentes

La ejecución de un contador inteligente, que es esencial para un marco de comprobación brillante, ofrece algunas ventajas tanto por el lado de los intereses como por el de la oferta, por ejemplo:

- Es un aparato de administración de intereses decente por su capacidad de cuantificar, registrar y enviar al proveedor datos constantes sobre la utilización de energía del cliente
- La correspondencia bidireccional que presenta un medidor astuto da una asociación directa entre el cliente y el proveedor

- Proporciona al cliente datos constantes sobre su utilización. Estos datos les ayudan a mejorar su utilización
- Establecen un clima útil para la ejecución de proyectos de reacción de interés, por ejemplo, planes de deberes dinámicos, ya que permiten el registro de la utilización de la energía relacionada con varios tiempos
- Permiten al proveedor restablecer la administración con mayor eficacia después de una interferencia o un apagón
- Afectan favorablemente al marco energético, ya que alivian los atascos en la red de transmisión y circulación al permitir solicitar los programas de la junta
- Permiten al proveedor o al administrador de la red tener un dominio más prominente sobre la pila
- Permiten la mezcla de fuentes de combustible, por ejemplo, marcos interconectados de energía fotovoltaica o eólica, al igual que el hardware de almacenamiento de energía
- Disminuyen los gastos de trabajo del proveedor, ya que a partir de ahora no será importante enviar personal a revisar los contadores

A diferencia de los contadores electromecánicos convencionales, que pueden volverse más lentos a medida que avanza su vida útil, la exactitud de los contadores inteligentes, que no tienen piezas mecánicas, no disminuye con el paso del tiempo, por lo que se registra una lectura más agradable (Zegarra Pinto, 2017).

9.23 Diferencia entre los medidores tradicionales e inteligentes

La principal diferencia que se evidencia al utilizar un medidor inteligente en lugar de los tradicionales, es que el primero proporciona información actualizada y detallada del consumo de energía de tu hogar o negocio, identificando la hora y el lugar de mayor consumo. (PrimeStone, 2020).

Asimismo, registra e informa de anomalías que normalmente sólo podría identificar un experto particular, trabajando con la disposición de posibles problemas en el marco eléctrico. Al tener la opción de examinar rutinariamente la utilización, puede comprender los elementos de cada espacio y aprovechar todas las funcionalidades que acompañan a la administración innovadora, para agilizar su utilización y la experiencia del cliente al máximo (PrimeStone, 2020).

9.24 Componentes principales

9.24.1 Arduino

Por lo general, un dispositivo en vista de la etapa de Arduino se compone de una placa base con un microcontrolador y un módulo de aumento anexo, llamado un shield. La mayoría de las placas base Arduino tienen una interfaz USB para programar con un PC. En algunas placas, las señales del microcontrolador se dirigen a los accesorios a los que se asocian los módulos de ampliación, y en algunas a los focos de parcheo. Debido a la forma en que estas placas se presentan como pequeños módulos, algunas personas las denominan conversacionalmente "microcontrolador Arduino" o "microordenador Arduino" (automaticaeinstrumentacion.com, 2021).

Debido a la facilidad de uso, la accesibilidad y los diversos requisitos de los clientes, entre las empresas llevadas a cabo con la utilización de Arduino se puede rastrear respuestas para diversos problemas y ejecuciones de prácticamente cualquier dispositivo. Puede utilizarlos directamente o como una especie de empresa de perspectiva. La programación de la mejora de la aplicación (Arduino IDE) es excepcionalmente simple de usar para los novatos, pero adaptable y ofrece numerosas oportunidades para los clientes de vanguardia. Puede ejecutarse en marcos de trabajo de Mac OS, Windows y Linux. Por lo tanto, es accesible para clientes con diversas inclinaciones de equipo y diferentes bolsillos (automaticaeinstrumentacion.com, 2021).

9.24.2 Utilidad del Arduino

Es difícil contar cada uno de los empleos de Arduino, ya que es utilizado de manera similar por expertos y especialistas. Los educadores y los estudiantes utilizan Arduino para hacer instrumentos de evaluación monetaria, para las cantidades eléctricas, sin embargo, además, para su uso en los exámenes sintéticos y reales (automaticaeinstrumentacion.com, 2021).

9.24.3 Lenguaje de programación del Arduino

El grupo que impulsó la placa Arduino hizo su propio lenguaje para programar estas hojas. Este programa depende de un lenguaje llamado Wiring. Este es un sistema de código abierto (Un sistema es una especie de diseño, conspiración o construcción aplicada en vista de la innovación que nos permite trabajar de una manera mucho menos difícil) para la programación de microcontroladores (Concepción, 2020).

9.24.4 Wiring

Wiring está escrito en los dialectos de programación C y C++. Por lo tanto, la gramática es como la utilizada en estos dialectos. La ventaja de utilizar esta estructura es el amplio surtido

de microcontroladores que soporta, soporta microcontroladores atmega que son los utilizados por las familias de placas Arduino. Por último, al igual que Arduino, wiring tiene un IDE en vista de Processing donde se pueden programar los microcontroladores. Para hacer esto esencialmente vamos al sitio de wiring y descargamos este clima de mejora. Es accesible para Windows, Linux y MAC (Concepción, 2020).

9.24.5 Lenguaje C/C++

Efectivamente hemos visto que el lenguaje Arduino depende del cableado y éste a su vez depende de C/C++. Así que para trabajar con proyectos Arduino debemos conocer el lenguaje C. Aunque no se utilizan todos los elementos de este lenguaje, sí se utilizan los tipos de variables y los diseños. La ventaja que ofrece C es que es un lenguaje de nivel medio, lo que permite supervisar con mayor eficacia los activos del microcontrolador, además es un lenguaje ordenado, lo que nos permite hacer un registro que luego se apilará en el microcontrolador (Concepción, 2020).

9.24.6 Tipo de Arduino MEGA

Arduino MEGA 2560 es una tarjeta de verificación para el microcontrolador ATmega2560. Esta placa ocupa un lugar en el amplio grupo de placas Arduino, siendo junto con la Arduino UNO posiblemente la más delegada.

Como era de esperar en este grupo de placas, la Arduino MEGA 2560 se compone fundamentalmente de:

- Un microcontrolador (ATmega2560) con el diseño de "marco insignificante" (La expresión "marco insignificante" alude a la forma en que se utilizan las principales piezas insustituibles para el microcontrolador).
- Un punto de interacción USB-Serial que permite reinventar dicho microcontrolador utilizando básicamente un PC, un enlace USB y la programación de Arduino IDE.
- También un montón de cabeceras que permiten interconectar los pines de información/rendimiento, ya sea con las salvaguardas notables o con algún otro marco externo (Guerra Carmenate, 2020).

9.24.7 Características del Arduino mega 2560

El Arduino Mega 2560 tiene 54 pines de datos/ejecución, de los cuales inequívocamente 14 pueden ser utilizados como exposiciones PWM (Pulse Width Modulation), tiene otras 16 fuentes de datos simples y 4 UARTs (puertos secuenciales) (Veloso, 2018).

En cuanto a la velocidad del microcontrolador podemos decir que tiene un cristal de 16MHz y una memoria Flash de 256K. Maneja un rango de voltaje de información entre 7 y 12 voltios, se sugiere un voltaje de información de 9 voltios (Veloso, 2018).

La correspondencia entre la placa Arduino y el PC se establece a través del puerto consecutivo, que dispone de un conversor USB - SERIAL interno por lo que no es importante añadir ningún dispositivo externo para programar el microcontrolador (Veloso, 2018).

9.24.8 Especificaciones Arduino mega 2560

- **Microcontrolador:** ATmega2560
- **Voltaje Operativo:** 5V
- **Tensión de Entrada:** 7-12V
- **Voltaje de Entrada(límites):** 6-20V
- **Pines digitales de Entrada/Salida:** 54 (de los cuales 14 proveen salida PWM)
- **Pines análogos de entrada:** 16
- **Corriente DC por cada Pin Entrada/Salida:** 40 mA
- **Corriente DC entregada en el Pin 3.3V:** 50 mA
- **Memoria Flash:** 256 KB (8KB usados por el bootloader)
- **SRAM:** 8KB
- **EEPROM:** 4KB
- **Clock Speed:** 16 MHz. (Veloso, 2018).

9.24.9 Ventajas Arduino mega 2560

- Es un cuerpo líder en la mejora de la familia, tiene un microcontrolador de 8 bits extremadamente fuerte y tiene la mayor cantidad de pines de la multitud de opciones potenciales.
- Dispone de una gran memoria de programación (Veloso, 2018).

9.25 Pantalla Nextion

Nextion es una pantalla táctil que ofrece una interfaz de control y representación de la información entre el ser humano, la máquina y el ciclo (Lozano, 2021).

Este tipo de pantalla puede suplir un punto de conexión convencional, por ejemplo, un espectáculo de LCD.

Este modelo de pantalla se puede usar con todo tipo de microcontroladores a través de UART (Lozano, 2021).

9.25.1 Especificaciones

- Pantalla de 4.3".
- Resolución: 480 x 272.
- Integrada con pantalla TFT.
- Interfaz amigable con 4 pin con puerto serial TTL.
- Memoria flash de 16MB.
- Área visual de 95.04 (L) x53.86(a) mm.
- Brillo ajustable.
- Consumo de 5V 250mA. (Lozano, 2021).

9.26 Módulo pzem-004t medidor multifunción

Incorpora un módulo de observación y correspondencia eléctrica que permite realizar estimaciones de límites (tensión, caudal, potencia y energía) que incorpora una capacidad de alerta de sobrecarga en el caso de que se supere el límite de energía preestablecido mediante la descarga de señales perceptibles y visuales. Almacena la energía deliberada antes de cerrarse sin restablecer la información cuando se vuelve a encender el marco, además permite restablecer la estimación de energía recogida, puede asociar un LCD/LED para mostrar información y hablar con diferentes aparatos a través del punto de interacción secuencial TTL (Romero Gaibor, 2017).

Tabla 8. Características de módulo PZEM-004T.

Parámetro	Valor mínimo	Valor máximo
Voltaje (V AC)	80	260
Corriente (A)	0	100
Potencia (kW)	0	22
Energía (kWh)	0	9999

Fuente: (Romero Gaibor, 2017).

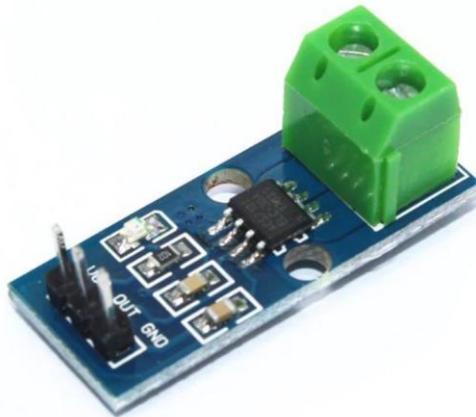
9.27 Sensor de corriente

Los sensores de caudal se utilizan en aplicaciones de control programado para reconocer el caudal en un transmisor eléctrico (Soto, 2018).

9.27.1 Asc712 30A (sensor de corriente)

Sensor de corriente ACS712ELCTR-30A-T Para el censado de corriente se usó el ACS-712ELCTR-30A-T, que es un sensor de efecto Hall. En esta clase de sensor, cuando un campo magnético atraviesa verticalmente el sensor, y cuando circula la corriente, crea una tensión de salida. La principal ventaja de usar este tipo de sensor es que no influye en la trayectoria de la corriente, ya que no es necesario colocar ningún elemento resistivo, pues la medición es de tipo magnética. Además, este sensor ofrece respuestas conservadoras y exactas para la detección de corriente alterna y continua en marcos modernos, empresariales y de intercambio (Rodríguez et al., 2018).

Figura 3.Sensor de Corriente.



Fuente: (CDMX Electrónica, 2020).

El sensor transmite un valor de 2,5 V para una corriente de 0 A y, a partir de ese punto, se incrementa relativamente como indica la conciencia, tener una asociación recta entre la tensión del sensor y la ejecución de la corriente. Esta relación es una línea recta presidida por la ecuación 11 (García Arredondo et al., 2017).

$$V = mI + 2.5 \quad (\text{Ecuacion 11})$$

Donde, "m" es la pendiente (equivale a la sensibilidad), V es la tensión de la salida e I es la corriente que se mide. Al deducir "I", se adquiere la condición 12 para observar la corriente del sensor que permea. (García Arredondo et al., 2017).

$$I = \frac{V - 2.5}{\text{sensibilidad}} \quad (\text{Ecuacion 12})$$

9.28 Sensor de voltaje

Un sensor de tensión es un sensor que se utiliza para calcular y detectar la tensión en un artículo. Los sensores de tensión pueden decidir tanto el nivel de tensión de CA como de CC. La contribución de este sensor puede ser la tensión, mientras que el resultado es interruptores, señal de tensión simple, una señal de corriente, un signo discernible, y así sucesivamente (Electrónica Fácil, 2020).

Los sensores son fundamentalmente un aparato que puede reconocer o distinguir y responder a tipos específicos de señales eléctricas o a algunas señales ópticas. La ejecución de estrategias de sensores de tensión y de corriente se han convertido en una magnífica opción a las actuales técnicas de estimación de tensión y costumbre (Electrónica Fácil, 2020).

9.28.1 zmpt101b (sensor de voltaje)

El sensor de voltaje AC ZMPT101B es utilizado para medir el voltaje alterno de hasta 250 VAC dentro de sus componentes incluye un transformador que proporcionará mayor seguridad, es comúnmente utilizado en proyectos donde implique el uso de Arduino, Raspberry; ya que reduce el voltaje de la información de CA a un voltaje mucho más modesto que puede ser utilizado por cualquiera de estos microcontroladores. Cuenta con un potenciómetro que permite que se regule la onda senoidal de salida, además estará desplazada hacia el lado positivo de esta manera evitando obtener voltajes negativos. Comúnmente es utilizado para proyectos que implique realizar aplicación domóticas e IOT, en donde se realice algún tipo de monitoreo remoto con el objetivo de proporcionar protección a los equipos. (Campos Alvarado & Bayas Salazar, 2021).

Especificaciones Técnicas del Sensor de Voltaje AC ZMPT101B

- El voltaje del inventario está en el rango de 5v a 30v
- Voltaje alterno de entrada 250VAC máximo
- Provee el voltaje alterno de salida de una onda senoidal de 5VAC máximo
- Funciona en una delimitación de temperatura de - 40°C a 60°C (- 40°F a 140°F)
- Dimensiones 5cm x 2cm x 2.4cm
- Corriente de entrada nominal 2mA
- Corriente de salida nominal 2mA
- Precisión: 0,2%
- Precio bajo. (Campos Alvarado & Bayas Salazar, 2021).

9.29 Memoria SD

En un sistema de control y registro de parámetros, es casi indispensable contar con un dispositivo de almacenamiento masivo que permita recoger y guardar todos los datos de forma segura y estable, por esta razón se eligió este dispositivo para el almacenamiento de datos.

9.30 Relé diferencial

El diferencial de luz o relé diferencial es un artilugio eléctrico cuya misión es salvaguardar a las personas contra los contactos indirectos.

9.31 Carcasa

La carcasa del medidor inteligente está diseñada en SolidWorks e impresa en 3D con parámetros que soporten todos los circuitos y dispositivos eléctricos y electrónicos.

10. METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL

El presente proyecto de tesis presenta los antecedentes y el contexto para la adecuación del medidor inteligente de energía eléctrica de uso residencial, así como los métodos, técnicas y herramientas requeridas para realizar el diseño e implementación del mismo. Por lo cual se hizo necesario realizar una investigación preliminar para determinar el adecuado plan de investigación, los instrumentos y recursos para el adecuado diseño del prototipo. En la última fase se evalúa el nivel de efectividad del medidor inteligente de energía eléctrica de uso residencial con pruebas de funcionamiento.

Localización

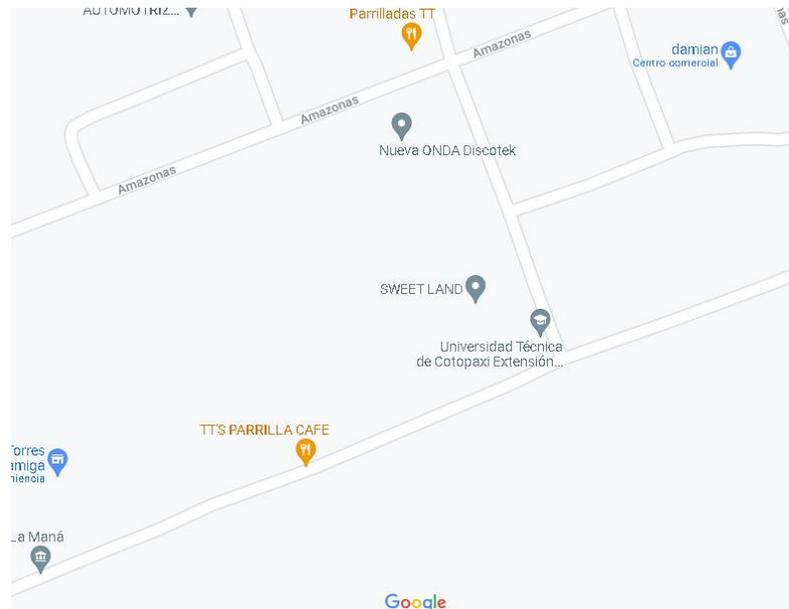
En cuanto al proyecto citado se realizó el prototipo en el laboratorio de la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná, además el prototipo servirá como material didáctico el cual brindará a los estudiantes las capacidades para entender el funcionamiento de un medidor inteligente de energía eléctrica de uso residencial. La localización de la infraestructura de la Universidad está ubicada en las calles los Almendros y Pujilí, en el Barrio El Progreso, Cantón La Maná. El bloque principal y su localización se muestran en la Figura.

Figura 4. Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná.



Fuente: (La Gaceta).

Figura 5. Ubicación.



Fuente: (Google Maps).

Laboratorio de Ingeniería Electromecánica

El laboratorio de Ingeniería Electromecánica está ubicado en el bloque académico "B" de la Universidad Técnica de Cotopaxi extensión La Maná, permite el aprendizaje teórico y práctico de los estudiantes. Cuenta con los recursos necesarios para los cuales promueven los procesos de enseñanza, aprendizaje y los diferentes dominios de los conocimientos y experiencias.

10.1 Tipos de investigación

En el presente trabajo de tesis es necesario conocer el funcionamiento de un medidor inteligente de energía eléctrica de uso residencial, las variables y los equipos que se involucran en ella, así como el diseño y selección de los componentes usando diferentes fuentes documentales y bibliográficas como parte esencial dentro del proceso de desarrollo, para el posterior diseño del prototipo.

10.1.1 Investigación bibliográfica

Se aplicó este tipo de investigación bibliográfica para obtener, analizar, interpretar y comparar información sobre un objeto de estudio que se basa en la recopilación de fuentes documentales (registros audiovisuales, libros o documentos de archivo).

10.1.2 Investigación exploratoria

Este tipo de investigación nos permitió enfatizar los temas abordados con el propósito de diseñar e implementar el medidor inteligente de energía eléctrica, de esta manera permite demostrar las características y componentes del sistema de medición.

10.1.3 Investigación descriptiva

Se empleó este tipo de investigación para describir los resultados obtenidos en las distintas etapas de mediciones que componen el presente proyecto y así mismo se describe sus componentes y materiales para su posterior uso.

10.2 HIPÓTESIS DEL PROYECTO

El prototipo de medidor inteligente de energía eléctrica de uso residencial será completamente autónomo teniendo la capacidad de mostrar los datos de las variables en tiempo real, además de almacenarse dicha información en una tarjeta micro SD para llevar un control del consumo de la energía eléctrica en la residencia y así optimizar el valor a pagar en su factura.

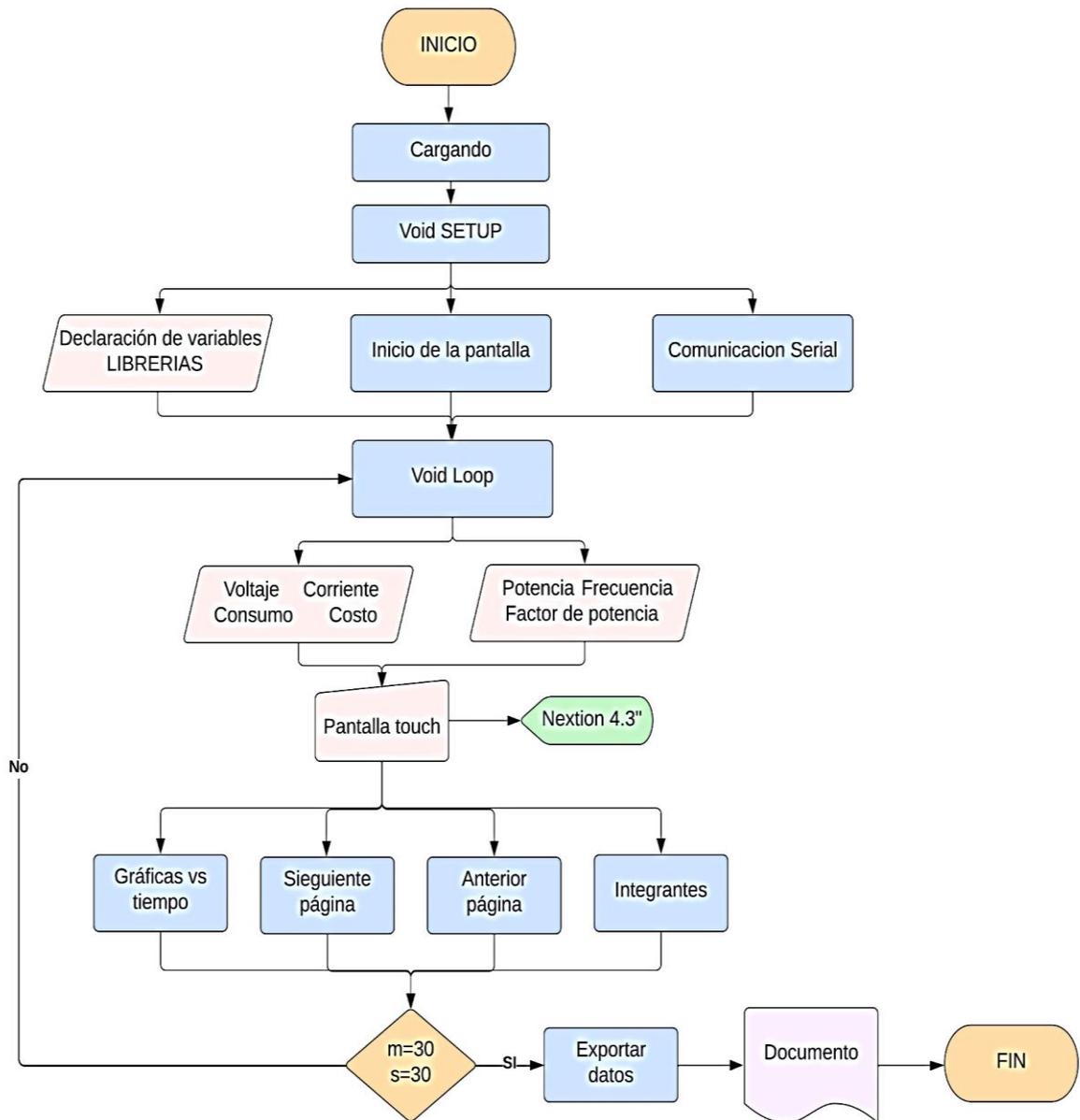
10.3 PREGUNTA CIENTÍFICA

¿Cómo diseñar e implementar un prototipo de medidor inteligente para consumos residenciales que también sirva como material didáctico para el laboratorio de electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná?

10.4 Elaboración del prototipo de medidor inteligente (Diagrama de flujo)

Para la elaboración del prototipo de medidor inteligente de energía eléctrica para consumos residenciales se procedió a diseñar el diagrama de flujo del proceso, como se observa en la siguiente figura.

Figura 6. Diagrama de flujo.



Fuente: (Andrade & Lozada, 2022).

10.4.1 Diseño del prototipo de medidor inteligente de energía eléctrica

La finalidad del trabajo es obtener un medidor inteligente perfectamente funcional, por lo que la recolección de los datos de los parámetros eléctricos es cuantitativa. Los datos nos permiten entender cuál sería el consumo de energía eléctrica por hora, día, semana o mes. Los datos se podrán visualizar en la pantalla del prototipo, mostrará los rangos de voltaje, corriente, potencia y el consumo en tiempo real.

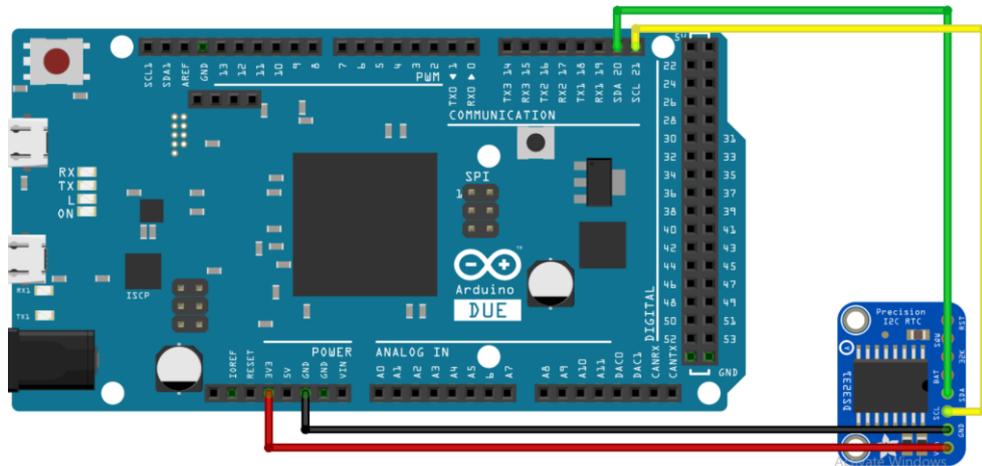
10.4.2 Construcción del prototipo de medidor inteligente de energía eléctrica

El trabajo de tesis consistió en diseñar e implementar el prototipo de medidor inteligente de energía eléctrica, para el cual se llevó a cabo diferentes procesos para identificar los componentes y variables necesarias para nuestro trabajo. Para tal motivo se lo identificará en distintas etapas:

- **Primera etapa.** Consistió en diseñar un sistema de medición que sea capaz de medir el consumo eléctrico dentro del hogar, se utilizó la investigación bibliográfica y documental para conocer los antecedentes, las características necesarias e idóneas del diseño e implementación del prototipo de medidor inteligente de energía eléctrica de uso residencial además de datos técnicos importantes como: parámetros, precios, características, entre otros.
- **Segunda etapa.** La siguiente etapa consistió en ejecutar el prototipo de medidor inteligente de energía eléctrica. Por lo cual se seleccionó los componentes necesarios e idóneos que conformarán el medidor inteligente para su elaboración. La elaboración del prototipo de medición se lo realizó y programó en Nextion y Arduino respectivamente, además el diseño de la carcasa del prototipo se lo realizó en el programa Solidworks.
- **Tercera etapa.** en esta última etapa se analizará las mediciones de energía eléctrica consumidas utilizando el prototipo de medidor inteligente. Se evaluó el funcionamiento del sistema comparando datos de nuestro circuito de medición, además de detectar los principales circuitos eléctricos causales de mayor consumo de energía eléctrica.

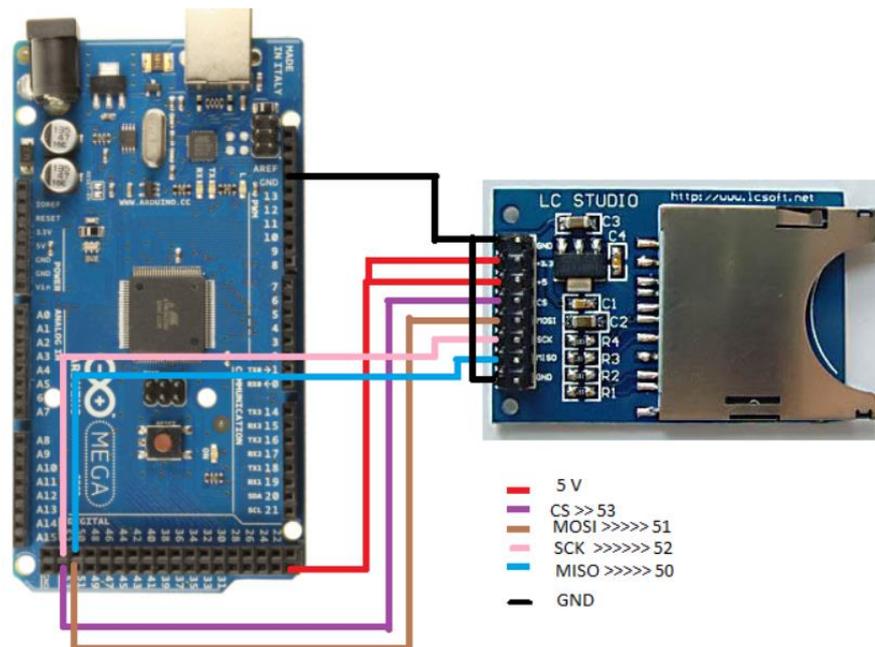
10.5 Procedimiento de las conexiones:

Figura 7. Diagrama para la lectura del módulo RTC.



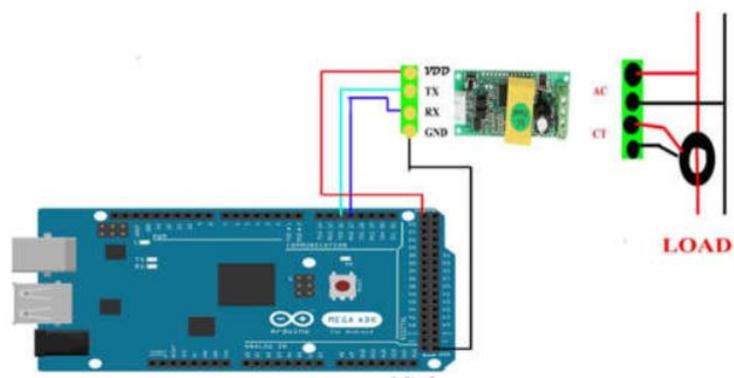
Fuente: (Andrade & Lozada, 2022).

Figura 8. Diagrama para la conexión del módulo lector de tarjetas micro SD.



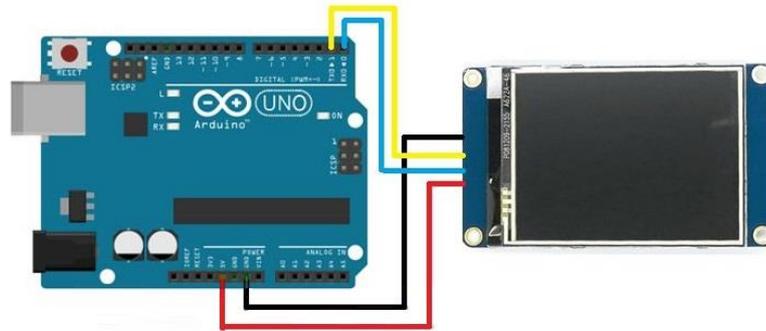
Fuente: (Andrade & Lozada, 2022).

Figura 9. Conexión del módulo Pzem se utiliza el siguiente diagrama.



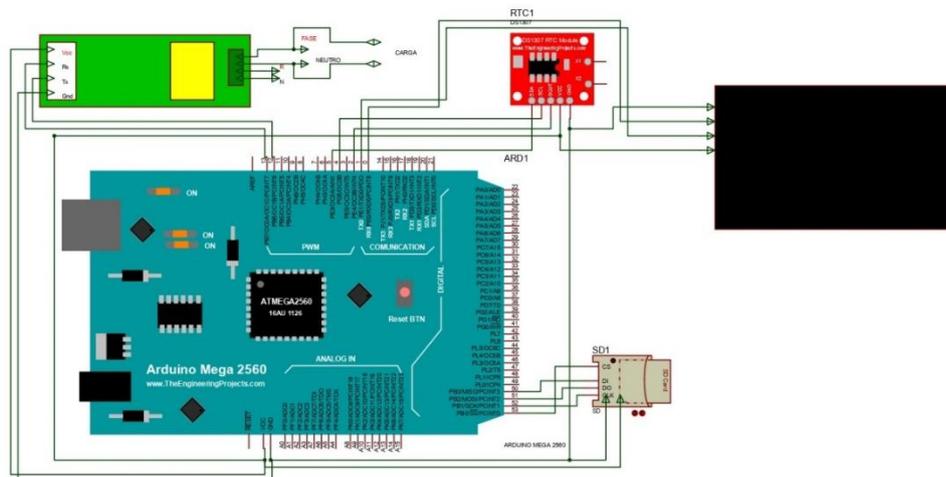
Fuente: (Andrade & Lozada, 2022).

Figura 10. Conexión de la pantalla Nextion de 4.3 pulgadas.



Fuente: (Andrade & Lozada, 2022).

Figura 11. Esquema completo de conexiones.

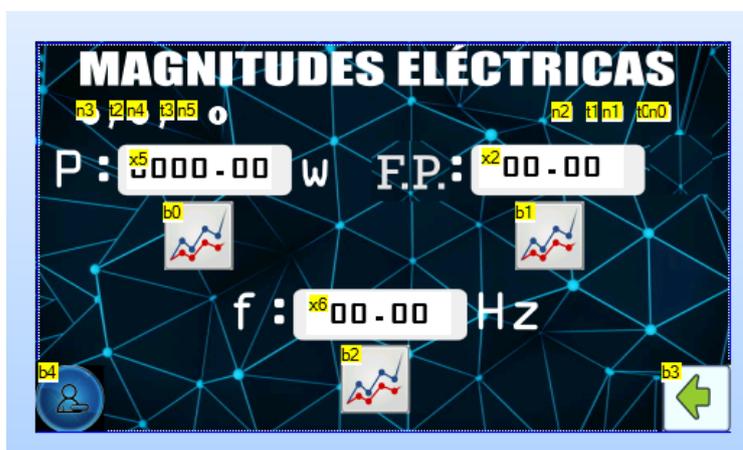


Fuente: (Andrade & Lozada, 2022).

10.5.1. Para la programación de la pantalla Nextion de 4.3 pulgadas:

- Configurar las páginas que se van a mostrar en la pantalla Nextion (Inicio, página de espera, Pantalla principal de visualización de datos, varias páginas para graficar la señal, página informativa)
- Escalar y subir las imágenes al entorno de programación Nextion editor.
- Agregar los botones y cuadros de texto según la necesidad.
- Asignar y anotar las variables de cada cuadro de texto
- Establecer las diferentes wave forms para las gráficas respectivas.

Figura 12. Programación de la pantalla Nextion.



Fuente: (Andrade & Lozada, 2022).

10.5.2 Para la programación en Arduino:

- Incluir las librerías necesarias para la lectura de los sensores y la comunicación con la pantalla Nextion.
- Declaración de un objeto para la lectura de la hora y fecha con el módulo RTC.
- Declaración de variables para las gráficas de las señales obtenidas
- Definir los puertos seriales que se van a utilizar para el sensor PZEM.
- Borrar los archivos que se encuentran en la tarjeta SD.
- Iniciar la comunicación serial y nextion.
- Configurar la variable Date time para obtener los datos del módulo RTC.
- Lectura de variables de tipo flotante para todos los sensores utilizados.
- Reconocer el nombre de la variable de tipo texto para imprimir en pantalla.
- Aproximar los valores y concatenar los resultados.
- Establecer condiciones para que los datos se exporten cada cierto tiempo.
- Configurar las variables para la ilustración de resultados.

10.6 Estructura del medidor

La estructura del medidor se lo diseño y acondiciono de acuerdo a la necesidad del mismo está hecho de un material de filamento PLA +.

Figura 13. Estructura del medidor inteligente.



Fuente: (Andrade & Lozada, 2022).

11. ANALISIS DE LOS RESULTADOS

Para realizar un análisis del funcionamiento del prototipo se realiza las pruebas necesarias, esto es, conectar el dispositivo a la red eléctrica de la residencia en paralelo, además se realiza pruebas en la medición de corriente y voltaje, y sobre todo la medición del consumo de energía. Para la comprobación de la corriente y la tensión, se utiliza un amperímetro y un multímetro, respectivamente, en el caso de la energía, se observa el valor del contador de energía de la compañía eléctrica, ya partir de ahí se tienen en cuenta los valores medidas. Para comprobar el factor de potencia, se somete el aparato a cargas resistivas, dando un valor de $39,48 \Omega$, y sometido a cargas parcialmente inductivas se obtuvo un valor de $3.166 A$.

11.1 Pruebas de voltaje y corriente

Para las pruebas de voltaje y corriente se utilizó un amperímetro “Digital Clamp Meter DT266C”. La técnica empleada para realizar las pruebas fue la comparación de las mediciones de los dispositivos anteriormente mencionados y el valor mostrado en el prototipo implementado.

11.1.1 Prueba de medición de Voltaje AC

Para las pruebas de medición de voltaje se toma en cuenta el rango de variación que se puede tener en la red eléctrica, la variación puede ser de $120\text{ V} \pm 10\%$ (desde 108V a 132 V), el multímetro muestra los valores de tensión con una precisión de hasta un decimal y con un error de $\pm 0.01\text{V}$, la resolución del prototipo de igual forma con hasta tres decimales y el error que presenta es de 4V. Con los resultados experimentales de las siguientes tablas se verifica que el prototipo mide valores reales de voltaje y corriente (TRUE RMS).

Tabla 9. Medición de Voltaje AC.

Digital MeterDT266C(V)	Clamp	Medidor Inteligente de energía eléctrica (V)	Error (V)
106.00		109.00	3
109.00		111.50	2.5
111.50		114.00	2.5
114.00		117.00	3
117.00		119.50	2.5
119.50		122.00	2.5
122.00		125.00	3
125.00		127.50	2.5

Fuente: (Andrade & Lozada, 2022).

Figura 14. Medición del voltaje con el Digital Clamp Meter.



Fuente: (Andrade & Lozada, 2022).

11.1.2 Prueba de medición de corriente AC

Para las pruebas presentes, el prototipo se somete a diversas cargas por los electrodomésticos. Cabe destacar que en la vivienda que se realizó las pruebas los valores de corriente son variados, sin embargo, el prototipo está diseñado para soportar corrientes que van desde 0.05 amperios hasta de 100 amperios. De igual forma se comparó con las medidas del equipo patrón que tiene una resolución de 0.01^a en la escala de 0 a 40^a y de 0. 1^a de 40 a 400^a con un error de $\pm 2\text{mA}$. En la tabla se presentan los resultados de esta prueba y se verifica que el prototipo puede medir valores de corriente con un error máximo de $\pm 0. 3^{\text{a}}$ y es sensible incluso para corrientes AC despreciables para el objetivo que persigue el prototipo implementado.

Tabla 10. Mediciones de corriente AC.

Digital Clamp Meter DT266C (A)	Medidor Inteligente de energía eléctrica (A)	Error (A)
0.08	0.05	0.03
0.66	0.63	0.03
0.78	0.75	0.03
0.83	0.75	0.08
3.50	3.45	0.05
1.90	2.20	- 0.30
38.12	38.20	-0.20
49.80	49.78	0.02

Fuente: (Andrade & Lozada, 2022).

Figura 15. Medición de corriente con el Digital Clamp Meter.



Fuente: (Andrade & Lozada, 2022).

11.2 Pruebas de la medición de potencia activa

Para realizar las pruebas de los valores de potencia se procede a medir con el prototipo niveles de potencia establecidos por los fabricantes de ciertos equipos, en este caso se utilizó bombillas incandescentes. Sin embargo, este es un valor aproximado y aquellos valores que indican los fabricantes se alteran de acuerdo a las variaciones de la red eléctrica (tensión nominal), y al deterioro de los mismos. Los datos adquiridos se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 11. Mediciones de potencia en las bombillas.

Numero de bombillas	Bombillas incandescentes	Intensidad (mA)	Potencia (P)
1	25W	00.255	00.088
2	50W	00.324	00.090
3	60W	00.531	00.091
4	100W	00.588	00.092
5	150W	00.581	00.093

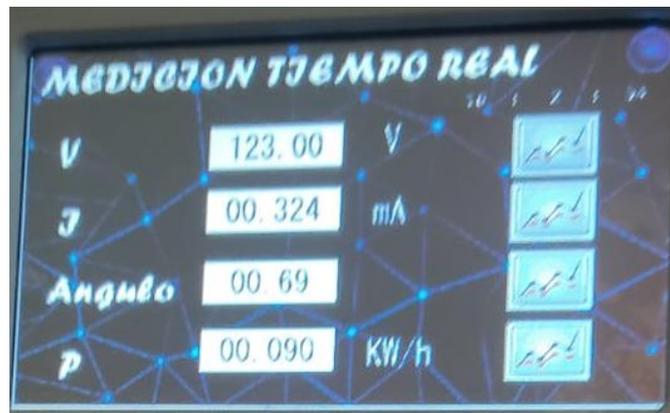
Fuente: (Andrade & Lozada, 2022).

Figura 16. Medición en un bombillo.



Fuente: (Andrade & Lozada, 2022).

Figura 17. Medición en dos bombillos.



Fuente: (Andrade & Lozada, 2022).

Figura 18. Medición en tres bombillos.



Fuente: (Andrade & Lozada, 2022).

Figura 19. Medición de cuatros bombillos.



Fuente: (Andrade & Lozada, 2022).

Se debe tener presente que los valores medidos pueden variar debido a las condiciones (deterioro, modelo, temperatura, etc.) de los equipos sometidos a pruebas, por lo tanto, el error puede ser mayor o menor.

11.3 Pruebas de la medición del consumo de energía eléctrica

Las pruebas se realizan en una vivienda que cuenta con varios dormitorios, donde se tienen implementado, un medidor de energía eléctrica, las personas que habitan dicho departamento cuentan con los electrodomésticos básicos por lo tanto se puede predecir que el consumo de energía será moderado.

Para realizar las pruebas de la medición del consumo de energía eléctrica se compara la medición obtenida mediante el dispositivo implementado, con el contador de energía de la empresa eléctrica, el cual es un medidor monofásico, que presenta el consumo de energía en kilovatios/hora. Este contador se lo muestra en la figura:

Figura 20. Medidor de energía de la empresa eléctrica para la realización de pruebas.



Fuente: (Andrade & Lozada, 2022).

En la figura anterior se observa que el contador tiene una medida registrada de 05922 kWh, a partir de ese valor se realiza la medición, sin embargo, este valor solo servirá como referencia y a que se desconoce la medida exacta en unidades más perceptibles.

Las pruebas se realizaron durante una semana (del 7 de febrero del 2022, desde las 10:00 hasta las 18:00 del 14 de marzo del mismo año), y se tomaron en cuenta el incremento de cada 3 kWh en el contador, durante un día, y el incremento total de kWh de cada día durante una semana, la medida que se presenta en el prototipo estará dada en kWh. En la Tabla se muestra las medidas realizadas, con el prototipo implementado y la medición del contador de la empresa eléctrica.

Tabla 12. Mediciones de consumo de energía eléctrica.

Pruebas	KWh consumidos	Consumo de energía en USD
Corte por 15 minutos	0.036	0.003
Corte por 30 minutos	0.072	0.007
Corte por 45 minutos	0.109	0.011
Corte por 60 minutos	0.145	0.015
Corte por 24 horas	3.5	0.36
Corte por 30 días	105	10.81

Fuente: (Andrade & Lozada, 2022).

El rango de consumo diario de la vivienda es de un promedio de 3 a 3,5 kWh.

Figura 21. Visualización del consumo (1).



Fuente: (Andrade & Lozada, 2022).

Figura 22. Visualización del consumo (2).

Fuente: (Andrade & Lozada, 2022).

11.4 Demanda del consumo de energía eléctrica de la vivienda

Tabla 13. Consumo de energía eléctrica.

Electrodomésicos	Voltaje (V)	Intensidad (A)	Resistencia (Ohmios)	Potencia (W)	Cantidad	Potencia total	Tiempo de uso (Horas)	Energía (Wh)
Televisión	110	1,36	0,01	150	1	150	3	450
Refrigeradora	110	1,81	0,01	200	1	200	8	1600
Licuada	110	2,72	0,02	300	1	300	0,1	30
Celulares	110	0,06	0,0006	7,5	2	15	8	120
Laptops	110	0,45	0,004	50	2	100	5	500
Luminarias	110	0,10	0,0009	12	6	72	5	360
Ventilador	110	0,54	0,004	60	1	60	3	180
							Total	3240
							KW día	3,24
							Consumos mes	97,2
							Total, a pagar (\$)	10,17

Fuente: (Andrade & Lozada, 2022).

Figura 23. Visualización del consumo en una licuadora (1).



Fuente: (Andrade & Lozada, 2022).

Figura 24. Visualización del consumo de un ventilador.



Fuente: (Andrade & Lozada, 2022).

Figura 25. Visualización del consumo de un televisor.



Fuente: (Andrade & Lozada, 2022).

Figura 26. Visualización del consumo de una refrigeradora.



Fuente: (Andrade & Lozada, 2022).

11.5 Análisis del costo y comparación del sistema de medición implementado con un medidor comercial

El análisis del costo del dispositivo está basado en los precios actuales de los elementos y dispositivos utilizados. La comparación del prototipo se realiza con medidores comerciales que tienen la capacidad de realizarte la medición, así mismo se destacan las dificultades y beneficios del equipo implementado, y se hacen algunas recomendaciones que pueden ser implementadas en el sistema de medición.

11.5.1 Comparación del sistema de medición implementado con un medidor comercial

La comparación del sistema de medición de energía eléctrica implementado se realiza con contadores comerciales considerados como “SmartMeters”. En la Tabla se presenta la comparación de las principales características de estos medidores.

Tabla 14. Comparación del sistema de medición implementado con medidores inteligentes comerciales.

Parámetro	Medidor inteligente	Medidor dos
Marca	No aplica	Itrón
Modelo	No aplica	Openway CENTRON
Imagen		
Voltaje nominal	120 V	120 V
Frecuencia	50/60 Hz	60Hz
Tecnología para la transmisión de datos	Ethernet	ZigBee
Muestra reloj (RTC)	Si	no
Software utilizado para la lectura de datos	Interfaz de Emoncms server	Itron analytics
Periodo de transmisión	10 segundos	15 minutos

Admite tarifas prepago	No	no
Tipo de pantalla LCD	Pantalla Nextion táctil de 5 pulgadas	LCD 16*2
Otros parámetros que registra	Registro de consumo de energía durante un mes y se resetea, mediciones de las variables de energía, factor de potencia, potencia real, tensión y corriente, visualización de la energía diaria consumida, recopila la información de las variables en una tarjeta SD para el control del consumo, si se invierte la conexión sigue registrando el consumo real de energía.	Detección de manipulación incluyendo la inversión del medidor, y revertir el flujo de energía
Hecho en:	Ecuador	EE. UU.

Fuente: (Andrade & Lozada, 2022).

12. PRESUPUESTO DEL PROYECTO

En la siguiente tabla se detalla los materiales y elementos utilizados, con su respectivo precio, también se presenta el costo del diseño e implementación del equipo y los programas de software. Para poder tener un costo real del equipo se debe tener en cuenta el valor de los componentes principales, mano de obra y más equipos utilizados en el proceso de construcción de las diferentes etapas del sistema.

Tabla 15. Presupuesto.

Cantidad	Detalle	P. Unitario	P. Total
1	Arduino Mega	30	30
1	Lector de tarjeta Micro SD	7,5	7,5
1	Módulo de reloj RTC ds1302	8,5	8,5
1	Sensor de potencia PZEM-004T	45	45
1	Juego de Cables Macho - Hembra	2,75	2,75

1	Sensor de corriente ACS712 30 A	7,5	7,5
1	Sensor Voltaje ZMPT 101B	16	16
1	Cajetín relé diferencial	10	10
1	relé diferencial	18	18
1	Fuente Arduino	6,5	6,5
72	Horas impresión 3D más diseño	3	216
1	Pantalla Nextion 4.3 in	137	137
1	Enchufe industrial amarillo	2,75	2,75
1	Toma corriente industrial	2,75	2,75
1	Metro cable gemelo 12	0,6	0,6
1	Digital Clamp Meter DT266C	15	15
	Horas de desarrollo de ingeniería	200	200
	Programación e implementación	200	200
	TOTAL		925,85

Fuente: (Andrade & Lozada, 2022).

13. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

13.1 Conclusiones:

- Se diseñó un sistema de medición inteligente que sea capaz de medir el consumo eléctrico dentro del hogar en tiempo real.
- El prototipo brinda la información necesaria para tomar decisiones de ahorro de energía y elegir el mejor momento para su consumo, además le permite conocer como está utilizando la energía y lo que está pagando por ella, para que pueda tener una planificación adecuada de su consumo.
- La principal ventaja del prototipo inteligente de medición de energía eléctrica implementado es la capacidad de calcular la energía eléctrica consumida en tiempo real y en unidades que el usuario pueda entender.
- Al transmitir los datos en tiempo real al usuario, se evita las lecturas manuales y ya no se requiere que el medidor de energía sea instalado en la parte externa de una vivienda.
- Presenta una interfaz muy amigable para el usuario basada en una pantalla táctil, permitiéndole seleccionar los parámetros de energía que requiera observar en cualquier momento.

- Se comparó datos de nuestro circuito de medición con el medidor del proveedor de servicio eléctrico y muestra un resultado positivo con un error mínimo de medición de 0.001 kWh.
- El consumo de energía y la potencia consumida, no se resetea ante cortes del suministro de energía debido a la memoria no volátil que incluye en el prototipo implementado.
- El apropiado funcionamiento del prototipo implementado demuestra que la selección del microcontrolador, sensores y otros elementos que integran el hardware han sido adecuadas para los objetivos planteados. Además, el correcto desarrollo del software ha resultado en que el prototipo gestione ordenada y estructuradamente todas las tareas planteadas.

13.2 Recomendaciones:

- Almacena los datos del consumo de la energía eléctrica durante un año y automáticamente su memoria y los valores almacenados en el prototipo se resetean, por esto es recomendable que cada año o mes se le pase los datos almacenados a otra memoria si se desea ir almacenando mes a mes.
- El sensor de corriente puede ser considerado como un factor limitante, no en el aspecto técnico, sino en ser fácilmente manipulado o desconectado, por ello se recomienda no manipular las conexiones del medidor inteligente para evitar inconvenientes.
- Dado a la funcionalidad el sistema ha sido demostrada, para futuros desarrolladores se recomienda tomar en cuenta las normativas y procedimientos complementarios de seguridad para los elementos necesarios en este sistema
- En todos los medidores inteligentes es que se puede mal utilizar la información, ocasionando problemas de seguridad e invadir la privacidad de los usuarios, por esto es recomendable no compartir la información almacenada.
- Si bien para el cumplimiento del análisis y los cálculos del presente trabajo no ha sido necesario establecer una comunicación bidireccional entre el medidor de la empresa eléctrica y el prototipo, se recomienda implementar esta funcionalidad para definir datos en tiempo real provenientes directamente desde la empresa eléctrica.

14. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agencia de Regulación y Control de Energía y Recursos Naturales No Renovables. (2020). PLIEGO TARIFARIO DEL SERVICIO PÚBLICO DE ENERGÍA ELÉCTRICA (p. 35) [Informe Institucional]. https://www.controlrecursosyenergia.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/06/Anexo_1_pliego_tarifario_spee_2021.pdf
- automaticaeinstrumentacion.com. (2021, mayo 4). ¿Qué es Arduino y por qué se ha convertido en un estándar informal en educación y creación de prototipos? Automática e Instrumentación - La revista de la Industria 4.0. <https://www.automaticaeinstrumentacion.com/texto-diario/mostrar/2867420/arduino-convertido-estandar-informal-educacion-creacion-prototipos>
- Bertona, L., Gremes Cordero, J., & Rovero, A. (2020). Medidor inteligente de energía eléctrica [Instituto Tecnológico de Buenos Aires]. <https://ri.itba.edu.ar/handle/123456789/3438>
- Campos Alvarado, C. C., & Bayas Salazar, K. I. (2021). Desarrollo de un dispositivo de monitoreo del estado operativo para equipos electrónicos con comunicación a plataforma IOT y manejo de alertas para prevenir posibles daños. Universidad de Guayaquil.
- CENACE. (2020). Informe Anual 2020 (pp. 28-29) [Informe Anual]. CENACE. <http://www.cenace.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/04/Informe-Anual-CENACE-2020-Parte-1.pdf>
- Concepción, R. (2020, julio 16). ¿Qué lenguaje de programación usa Arduino? Rjconcepcion. <https://www.rjconcepcion.com/podcast/que-lenguaje-de-programacion-usa-arduino/>
- Electrónica Fácil. (2020, abril 24). Sensor de tensión: Principio de funcionamiento, tipos y diagrama de circuito. <https://www.electronicafacil.top/sensores/sensor-de-tension-principio-de-funcionamiento-tipos-y-diagrama-de-circuito/>
- Equipo de Redacción PartesDel.com. (2019, octubre). Partes del medidor de luz [Portal Educativo]. https://www.partesdel.com/partes_del_medidor_de_luz.html

- Equipo Grupo Novelec. (2019, junio 20). Dispositivos de medición eléctrica según aplicación. Grupo Novelec. <https://blog.gruponovelec.com/electricidad/dispositivos-de-medicion-electrica-segun-aplicacion/>
- Escalona Hernandez, M. K., & Sánchez Oñate, R. M. (2020). PROTOTIPO DE SISTEMA DE MONITOREO Y CONTROL DE CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA PARA UN DOMICILIO APLICANDO EL CONCEPTO DE INTERNET DE LAS COSAS. [Universidad Tecnológica Israel]. <https://repositorio.uisrael.edu.ec/handle/47000/2429>
- García Arredondo, R., Gómez Cortez, J. C., Padierna Arvizu, D. de J., Peralta López, J. E., Pérez Pinal, F. J., Ramírez Arredondo, L. A., & Regalado Sánchez, J. C. (2017). DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MULTÍMETRO DIGITAL CON FUNCIONES AMPLIADAS DE BAJO COSTO. 39(128), 17.
- Grupo Turelectric. (2019, abril 4). Tipos de instalaciones eléctricas: Cuáles son las más recomendables. Grupo Turelectric. <https://grupoturelectric.com/2019/04/04/tipos-de-instalaciones-electricas-cuales-son-las-mas-recomendables/>
- Guerra Carmenate, J. (2020). Arduino Mega 2560 el hermano mayor de Arduino UNO. <https://programarfacil.com/blog/arduino-blog/arduino-mega-2560/>
- Instituto de Investigación Geológico y Energético. (2019). Consumo eléctrico por habitante continúa creciendo en Ecuador – Instituto de Investigación Geológico y Energético. <https://www.geoenergia.gob.ec/consumo-electrico-por-habitante-continua-creciendo-en-ecuador/>
- Lozano, R. (2021, julio 29). ¿Como usar pantalla Nextion con arduino uno? Talos Electronics. <https://www.taloselectronics.com/blogs/tutoriales/como-usar-pantalla-nextion-con-arduino>
- Mamani Salas, C. A. (2019). Gestión mediante telemedición y telegestión para optimizar la distribución y comercialización de la energía eléctrica para clientes residenciales e industriales en la región de Puno [UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO]. <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/11967>
- Morales, D., Basantes, J., & Morrillo, K. (2020). DISEÑO DE UN MEDIDOR INTELIGENTE PARA USO RESIDENCIAL. StuDocu.

- <https://www.studocu.com/ec/document/universidad-de-las-fuerzas-armadas-de-ecuador/dinamica/disenio-de-un-medidor-inteligente-para-uso-residencial/16653926>
- ON SOUND. (2020, abril 28). ALIMENTACIÓN MONOFÁSICA, BIFÁSICA Y TRIFÁSICA / Conceptos Básicos de Ingeniería Eléctrica (Parte 2 de 3). ON SOUND. <https://www.onsound.com.mx/instalacion/blog/article/post/85>
 - OVO energy. (2019, noviembre 15). Contadores inteligentes: Características y funcionalidad. OVO Energy Blog. <https://blog.ovoenergy.es/contadores-inteligentes-caracteristicas-y-funcionalidad/>
 - Planas, O. (2020, junio 9). ¿Qué es la energía eléctrica? Definición y características. <https://energia-nuclear.net/energia/energia-electrica>
 - PrimeStone. (2020, enero 10). Diferencia entre medidores tradicionales e inteligentes. PrimeStone. <https://primestone.com/diferencia-entre-medidores-tradicionales-e-inteligentes/>
 - Quiroz, A. (2021, enero 14). TIPOS DE MEDIDORES ELÉCTRICOS Y CÓMO FUNCIONAN. <http://blog.intellimeter.com/esp/tipos-de-medidores-eléctricos-y-cómo-funcionan>
 - Quishpe Gaibor, J., & Sisa Sandoval, H. (2018). Deontología aplicada al uso de medidores eléctricos en el Ecuador. Caribeña de Ciencias Sociales, septiembre. <https://www.eumed.net/rev/caribe/2018/09/deontologia-medidores-electricos.html>
 - Ramos Gonzales, R. S. (2020). Generación de energía eléctrica autosustentable para el sistema de iluminación de una familia rural de Cajamarca [Universidad Privada del Norte]. <https://hdl.handle.net/11537/23884>
 - Rayo Cuarán, F. E. (2019). SISTEMA AUTOMÁTICO PARA EL PROCESO DE DOSIFICACIÓN DE ALIMENTOS PARA AVES PONEDORAS. [Universidad Tecnológica Indoamérica]. <http://repositorio.uti.edu.ec/handle/123456789/1252>
 - Rodriguez, J., Perino, E., Perelló, D., & Murdocca, R. (2018). SISTEMA DE MONITOREO Y REGISTRO AUTOMÁTICO DE PARÁMETROS PARA INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS AISLADAS. 13.

- Romero Gaibor, E. H. (2017). Implementación de un prototipo de medidor de energía residencial considerando las pérdidas no técnicas por hurto. [Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/8956>
- Soto, O. (2018, febrero 27). Sensores de corriente, características que debe conocer—Procoen. PROCOEN: Proyectos de Conservación de Energía. <https://procoen.com/sensores-de-corriente/>
- Veloso, C. (2018, junio 19). ▷ ARDUINO MEGA 2560: CARACTERÍSTICAS Y ESPECIFICACIONES. Tutoriales de Electrónica | Matemática y Física. <https://www.electrontools.com/Home/WP/arduino-mega-2560-caracteristicas/>
- Watt, M. (2020, marzo 5). ¿Qué es la corriente monofásica, bifásica y trifásica? VR Electrificaciones. <https://vreelectrificaciones.com/que-es-la-corriente-monofasica-bifasica-y-trifasica/>
- Zafra Martínez, J. F. (2017). Diseño e Implementación de un Sistema Inteligente de Medición y Monitoreo de Energía Eléctrica Trifásica para el Hogar [Pontificia Universidad Javeriana]. <http://hdl.handle.net/10554/34060>
- Zegarra Pinto, M. A. (2017). ANÁLISIS DE NUEVO SISTEMA DE MEDICIÓN CENTRALIZADA DE ENERGÍA ELÉCTRICA CON MEDIDORES INTELIGENTES EN ÁREA DE LA REGIÓN AREQUIPA [UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN DE AREQUIPA]. <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/5097>

15. ANEXOS

Anexo 1. Datos del estudiante.



**Adonis Gabriel
Andrade Guerrero**
27 años

Soy un candidato que cuenta con un conjunto de conocimientos, habilidades, actitudes y valores definidos, que trabaja en equipo y bajo presión. Soy un joven analítico, resolutivo y dedicado con capacidad de gestión y toma de decisiones, me adapto bien a los cambios y además entiendo la responsabilidad y la trascendencia de las acciones individuales.

CONTACTO

-  0959575152
-  adonisandrade06@hotmail.com
-  adonis.andrade2867@utc.edu.ec
-  Av. 19 de mayo (entrada al magisterio)

IDIOMAS

- **Inglés B1**
Título: C.E.F.R. –B1
Universidad Técnica de Cotopaxi

COMPETENCIAS

- Trabajo en equipo
- Analítico
- Toma de decisiones
- Adaptabilidad
- Comunicación
- Compromiso
- Planificación y organización
- Automotivación y creatividad

Formación

- ✓ **Universidad Técnica de Cotopaxi**
Título: Ingeniero Electromecánico

Experiencia laboral

- ✓ **Maná Tv**
Cargo: Ayudante de producción
Gerente: Ing. Carmen Carriel
Cell: 0968266085

Experiencia académica

Desarrollo de proyectos como:

Ponente: Reutilización y reciclaje de los neumáticos fuera de uso (NFU)
Universidad Técnica de Cotopaxi

Ponente: Diseño y construcción del prototipo de un robot de batalla
Universidad Técnica de Cotopaxi

Ponente: Diseño y construcción de un robot seguidor de línea
Universidad Técnica de Cotopaxi

Ponente: Construcción de un deshidratador de frutas
Universidad Técnica de Cotopaxi

Ponente: Implementación de un prototipo de medidor inteligente de energía eléctrica para consumo residenciales
Universidad Técnica de Cotopaxi

Cursos realizados

- ✓ **Prevención de riesgos laborales (Fundación COORED)**
Certificación por competencias laborales avalado por la Secretaría Técnica del sistema nacional de cualificaciones profesionales
2018-2023
- ✓ **Auxiliar en domótica (Fundación COORED)**
Certificación de fundación COORED
2019
- ✓ **Taller práctico y teórico de torno y fresa**
Centro Técnico Quevedo
2019

Referencias personales

- ✓ **Yolanda Jiménez Olaya**
Agua de manantial "San Vicente"
Cell: 0991930557
Aguasavvicente2014@hotmail.com
- ✓ **Ing. Carmen Carriel**
Maná Tv
Cell: 0968266085/ 032689692
lamanatv@hotmail.com
- ✓ **Lcdo. Carlos Andrés Vásconez Mejía.**
Radio Fantástica 94.3 Fm
Cell: 0997774492/ 032688888
carlosandresvasconez95@hotmail.com

Fuente: (Andrade & Lozada, 2022).

Anexo 2. Datos del estudiante.



**Lenin Paul
Lozada Torres**
23 años

Preparado para utilizar mis habilidades y pasión para impulsar la misión de una compañía. Tecnológicamente hábil, ofrezco experiencia con muchas plataformas de tecnología de edición y diseño. Aporto una actitud positiva y la voluntad y motivación para aprender nuevos programas.

CONTACTO
0993531136
paullozada2015@gmail.com
lenin.lozada3229@utc.edu.ec
Parroquia Benítez, Cantón Pelileo

IDIOMAS

- **Inglés B1**
Título: C.E.F.R. –B1
Universidad Técnica de Cotopaxi

COMPETENCIAS

- Trabajo en equipo
- Compromiso
- Planificación y organización
- Creatividad e innovación
- Habilidad para tomar decisiones
- Responsabilidad
- Capacidad de aprendizaje



Formación

- ✓ **Universidad Técnica de Cotopaxi**
Título: Ingeniero Electromecánico



Experiencia laboral

- ✓ **Tv Plus**
Cargo: Ayudante
Gerente: Téc. Mauricio Flores
Cell: 0999695840



Experiencia académica

Desarrollo de proyectos como:

Ponente: Diseño y construcción del prototipo de un robot de batalla
Universidad Técnica de Cotopaxi

Ponente: Diseño y construcción de un robot seguidor de línea
Universidad Técnica de Cotopaxi

Ponente: Construcción de un deshidratador de frutas
Universidad Técnica de Cotopaxi

Ponente: Implementación de un prototipo de medidor inteligente de energía eléctrica para consumo residenciales
Universidad Técnica de Cotopaxi



Cursos realizados

- ✓ **Prevención de riesgos laborales (Fundación COORED)**
Certificación por competencias laborales avalado por la secretaria técnica del sistema nacional de cualificaciones profesionales
2018-2023
- ✓ **Auxiliar en domótica (Fundación COORED)**
Certificación de fundación COORED
2019
- ✓ **Taller práctico y teórico de torno y fresa**
Centro Técnico Quevedo
2019

Fuente: (Andrade & Lozada, 2022).

Anexo 3. Datos del docente tutor.

CURRICULUM VITAE

APELLIDOS: Hidalgo Osorio
NOMBRES: William Armando
CEDULA DE IDENTIDAD: 050265788-5
FECHA DE NACIMIENTO: 07 de enero de 1986
ESTADO CIVIL: Casado
EDAD: 36 años
TIPO DE SANGRE: ORH+
DOMICILIO: Latacunga - Cotopaxi
TELEFONO: 032140793 –0980209857
EMAIL PERSONAL: abuewily@hotmail.com
EMAIL INSTITUCIONAL: william.hidalgo7885@utc.edu.ec
PROFESIÓN: Ingeniero Electromecánico
 Magister en Gestión de Energías



ESTUDIOS REALIZADOS

Primer Nivel

- Escuela Experimental “Antonio a Jácome”- Pujilí Educación Primaria.

Segundo Nivel

- Instituto Tecnológico Superior “Ramón Barba Naranjo”- Latacunga Título: Bachiller Técnico Industrial Especialidad: Mecánica Automotriz

Tercer Nivel

- Universidad Técnica de Cotopaxi – Latacunga Carrera: Ciencias Administrativas Humanísticas y del hombre Especialidad: inglés Certificado Suficiencia en inglés
- Universidad Técnica de Cotopaxi - Latacunga Carrera: Ciencias De la Ingeniería y Aplicadas Especialidad: Ingeniería Electromecánica Titulado

Cuarto Nivel

- Universidad Técnica de Cotopaxi – Latacunga: Maestría en Gestión de Energías Titulado.

TITULOS

- Magister en Gestión de Energías
- Ingeniero Electromecánico
- Bachiller Técnico en Mecánica Automotriz

IDIOMAS

- Español (nativo)
- Inglés (80%)

EXPERIENCIA LABORAL

- Elaboración de NORMAS PARA MONTAJES DE REDES DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN MEDIO Y BAJO VOLTAJE para la Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi ELEPCO.S.A.
- Conocimiento de líneas de sistema de distribución y transformadores.
- Técnico en operación y mantenimiento electromecánico en plantas de tratamiento de aguas para los taladros de perforación en la amazonia ecuatoriana. Departamento técnico MISHANPLANTAS desde Enero 2009 hasta junio 2013
 - Taladro de perforación H&P rig. 117
 - Taladro de perforación H&P rig. 132
 - Taladro de perforación H&P rig. 121
 - Taladro de perforación H&P rig. 138
 - Taladro de perforación SINOPEC rig. 191
 - Taladro de perforación SINOPEC rig. 903
 - Taladro de perforación CCDC rig. 39
 - Plataforma de extracción gas AMISTAD en el golfo de Guayaquil
 - Planta deshidratación de gas Machala
- Asesor técnico en diseño, construcción y montaje de plantas de tratamiento de aguas residuales y plantas de agua potable. Departamento técnico MISHANPLANTAS.
- Elaboración de reglamentos de seguridad, para MRL
- Mantenimiento eléctrico industrial.
- Mantenimiento de motores y generadores
- Mantenimiento hidráulico, mecánico, motores y bombas eléctricas
- Diseño de planos estructurales en AUTOCAD
- Coordinador HSE y OPERACIONES MISHANPLANTAS desde julio 2013 hasta mayo 2017
- Docente a tiempo completo en la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Mana desde noviembre 2017 hasta la actualidad.

CARGOS DESEMPEÑADOS

- Docente de Gestión Académica de la carrera Electromecánica
Universidad Técnica de Cotopaxi – Extensión La Maná
Periodo Noviembre 2017 hasta la actualidad
- Docente Investigador de la carrera Electromecánica
Universidad Técnica de Cotopaxi – Extensión La Maná
Periodo Noviembre 2017 hasta la actualidad
- Docente de Vinculación Social de la carrera Electromecánica

Universidad Técnica de Cotopaxi – Extensión La Maná
Periodo Noviembre 2017 hasta la actualidad

- Director de Tesis de la carrera Electromecánica
Universidad Técnica de Cotopaxi – Extensión La Maná
Periodo Noviembre 2017 hasta la actualidad

CAPACITACIÓN EN EL ÁREA TÉCNICA

- “Soldadura por arco con electrodos comunes para aceros al carbono-SMAW” AGA-UTC 20 horas Quito Noviembre-2005
- “Curso de licencia de conducir no profesional” ANETA – Latacunga junio 2008
SEMINARIOS REALIZADOS
- “Electrónica workbench” UTC 30 horas Noviembre-2005
- “Uso, limitaciones y mantenimiento de equipos de protección respiratoria” impartido por 3M Ecuador C.A. MishanPlantas junio 2010
- Seminario Internacional “Determinación de Riesgo Industrial & y Desarrollo de Planes de Contingencia” 16 horas Octubre -2011 Quito.
- “I Concurso interno de oratoria” UTC 12 y 13 de mayo-2004
- “Aplicaciones Informáticas para el análisis financiero en proyectos de inversión” Conferencia de la Tercera Semana del Universitario UTC, 27-30 Noviembre-2006
- “Alternativas en multimedia para la enseñanza aprendizaje en ciencias” Conferencia de la Tercera Semana del Universitario UTC, 27-30 Noviembre-2006
- “Recursos energéticos no convencionales” Conferencia de la Tercera Semana del Universitario UTC, 27-30 Noviembre-2006
- “Control de calidad” Conferencia de la Tercera Semana del Universitario UTC, 27-30 Noviembre-2006
- “Sistema nacional interconectado del Ecuador” Conferencia de la Tercera Semana del Universitario UTC, 27-30 Noviembre-2006
- Curso de Especialización en Seguridad y salud Ocupacional para Comités Paritarios y Brigadistas CSSO. Quito 2014

- Seminario Taller de Auto Auditorias SGP QUITO 2015
- Curso Taller Accidentes Mayores Industriales de Alto Riesgo. Quito Abril 2016
- “I Congreso Internacional de Electromecánica y Eléctrica” Universidad Tecnológica Equinoccial sede Santo Domingo 15, 16 y 17 de junio del 2016
- Participación y Aprobación en el Seminario “Introducción al Modelado y Control de Sistemas Físicos no Lineales” Universidad Técnica de Cotopaxi / Universidad de los Andes Venezuela 06 al 12 de Abril del 2018. 20 horas.
- Participación y Aprobación “Asamblea Ordinaria de Vinculación con la Sociedad de la Zona 3” Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Mana 4 de Mayo del 2018. 8 horas
- “Docente Tutor de Proyecto de Vinculación Social” de la carrera de Ingeniería Electromecánica Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Mana periodo Abril – Agosto del 2018
- Participación y Aprobación en el Curso de “MANTENIMIENTO DE SUBESTACIONES ELÉCTRICAS” Realizado en Guayaquil los días 20, 21 y 22 de noviembre del 2018. 40 horas
- Certificación por competencias laborales “PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES” vigencia desde el 04/01/2019 hasta 04/01/2024
- Participación y Aprobación en el “PRIMER CONGRESO INTERNACIONAL DE VINCULACIÓN CON LA SOCIEDAD” Conexión 2019 realizado del 05 al 07 de mayo del 2019, 40 horas
- Participación y Aprobación en el taller “EVALUACIÓN INTEGRAL DE PROYECTOS” desarrollado desde el 11 de junio hasta 01 de julio del 2019, 40 horas
- Certificación por competencias laborales “INSTRUCCIÓN EN ACTIVIDADES DE CAPACITACIÓN” vigencia desde el 21/08/2019 hasta 21/08/2024
- Certificación por haber asistido y aprobado el curso de “AUXILIAR EN DOMOTICA” realizado en La Maná del 13 al 18 de diciembre del 2019, 60 horas
- Certificación por haber participado y aprobado el curso de “PLC - LOGO” realizada modalidad virtual del 21 al 28 de julio del 2020, 40 horas

- Certificación por haber asistido y aprobado el curso “INSTALACIONES ELÉCTRICAS DOMICILIARIAS” realizado en UTC La Maná el 04 al 08 de mayo del 2020, 20 horas
- Certificación por haber asistido y aprobado el “PRIMER CONGRESO INTERNACIONAL EN ELECTROMECAÁNICA” realizado en el Instituto Superior Tecnológico Cotopaxi del 05 al 09 de marzo del 2020, 40 horas
- Certificación por haber participado y aprobado en el “I CONGRESO INTERNACIONAL DE INNOVACIÓN Y EMPRENDIMIENTO EN TIEMPO DE PANDEMIA Y POST PANDEMIA” realizada modalidad virtual del 24 al 26 de agosto del 2020, 40 horas
- Certificación haber asistido y aprobado el curso de “DISEÑO DE REDES ELÉCTRICAS DE DISTRIBUCIÓN EN ARGIS” modalidad PRESENCIAL realizado en Quito del 30 de marzo al 09 de abril del 2021, 40 horas
- Certificación haber asistido y aprobado el curso de “CÁLCULO Y SELECCIÓN DE PROTECCIONES EN INSTALACIONES ELÉCTRICAS INDUSTRIALES” modalidad PRESENCIAL realizado por la Fundación COORED del 06 al 17 de diciembre del 2021, 60 horas

CAPACITACIÓN EN EL ÁREA PEDAGÓGICA

- Participación y Aprobación “Curso de Docencia Universitaria” CODEPRO ECUADOR realizado en la ciudad de Manta 21 de Abril al 25 de Mayo del 2018 120 horas.
- Participación y Aprobación en el Seminario “GESTIÓN ACADÉMICA Y MICRO CURRICULAR” realizado en la Universidad Técnica de Cotopaxi los días 05 al 09 de marzo del 2018. 40 horas
- Certificación por haber asistido y aprobado el curso de “DOCENCIA E INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA” realizado en Latacunga 16 de octubre del 2019, 120 horas
- Certificación por haber asistido y aprobado el curso “PEDAGOGÍA E INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA” realizado en Latacunga 16 de septiembre del 2019, 120 horas
- Certificación por haber asistido y aprobado el curso de “FORMULACIÓN DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA” realizado en La Maná del 08 al 22 de noviembre del 2019, 40 horas

- Certificación por haber aprobado el curso “FORMACIÓN DE TUTORES DE NIVELACIÓN ESPECIALIZADOS EN MODALIDAD EN LÍNEA” realizado por la Universidad Internacional De La Rioja del 20 de abril al 24 de mayo del 2020, 60horas
- Certificación por haber asistido y aprobado en la “II FERIA VIRTUAL DE EMPRENDIMIENTO E INNOVACIÓN UTC 2021” participado como docente tutor de proyectos de Emprendimiento realizado el 15 al 19 de febrero del 2021, 40 horas
- Certificación por haber asistido y aprobado el curso “COMO ESCRIBIR Y PUBLICAR ARTÍCULOS CIENTÍFICOS Y NO MORIR EN EL INTENTO” realizado por el Centro de Investigación y Desarrollo Ecuador CIDE el 26, 29 y 30 de Abril del 2021, 40 horas

PUBLICACIONES

- EVALUACIÓN DEL POTENCIAL ENERGÉTICO DE LA BIOMASA, PARA EL APROVECHAMIENTO DE LA GENERACIÓN DE GAS METANO (CH₄).
Ciencia Digital, ISSN: 2602-8085, Vol. 2, N°2, p. 8-18, Abril - Junio, 2018
<http://www.cienciadigital.org/revistacienciadigital/index.php/CienciaDigital/article/view/114/105>
- INCIDENCIA DEL APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO CON EL USO DE B-LEARNING.
Ciencia Digital, ISSN: 2602-8085, Vol. 2, N°3, p. 1-18, Julio - Septiembre,2018
<http://www.cienciadigital.org/revistacienciadigital/index.php/CienciaDigital/article/view/163/143>
- DESECHOS ORGÁNICOS QUE GENERAN GAS A TRAVÉS DE UN BIODIGESTOR DISEÑO EXPERIMENTAL EN LA PARROQUIA GUASAGANDA DE LA CIUDAD DE LA MANÁ
Ciencia Digital, ISSN: 2602-8085, Vol. 3, N°2,6 p. 190-205, abril -junio, 2019
<http://cienciadigital.org/revistacienciadigital2/index.php/CienciaDigital/article/view/58/1330>
- INSTRUMENTACIÓN EMPLEADA EN TÚNELES DE VIENTO SUBSÓNICOS PARA EVALUAR PERFILES AERODINÁMICOS
Ciencia Digital, ISSN: 2602-8085, Vol. 3, N°3 p. 98-118, julio - septiembre, 2019
<http://cienciadigital.org/revistacienciadigital2/index.php/CienciaDigital/article/view/615/1481>
- SELECCIÓN Y DISEÑO DE UNA MÁQUINA EXTRACTORA DE ACEITE DEL PIÑÓN JATROPHA CURCAS

Ciencia Digital, **ISSN: 2600-5859**, Vol. 3, N°4, p. 26-44, octubre-diciembre, 2020
<https://cienciadigital.org/revistacienciadigital2/index.php/ConcienciaDigital/article/view/1423>

- **CONTRIBUCIÓN DE LA EVALUACIÓN DOCENTE EN EL RENDIMIENTO ACADÉMICO DE LOS ESTUDIANTES DE BACHILLERATO**
 Revista Universidad Ciencia y Tecnología, **ISSN impreso: 1316-4821 ISSN digital: 2542-3401**
<https://www.uctunexpo.autanabooks.com/index.php/uct/article/view/398/712>
- **CARACTERIZACIÓN DE LA MOSCA DE LA FRUTA EN EL CANTÓN PANGUA, PARROQUIA MORASPUNGO, PROVINCIA DE COTOPAXI**
 Revista CENTRO AGRÍCOLA Ministerio de Educación Superior de la República de Cuba, editada por el Centro de Investigaciones Agropecuarias de la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas. Fundada en 1974 con una frecuencia de publicación Trimestral. Editorial Feijóo Universidad Ciencia y Tecnología, **e-ISSN: 2072-2001 /p-ISSN: 0253-5785 / e-RNPS: 2153/ p-RNPS: 0168**
<http://cagricola.uclv.edu.cu/index.php/es/volumen-47-2020/numero-especial-2020/1261-caracterizacion-de-la-mosca-de-la-fruta-en-el-canton-pangua-parroquia-moraspungo-provincia-de-cotopaxi>
- **SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA LA MEJORA DE PROCESOS EN LA ASOCIACIÓN LA ESPERANZA 2000.** Revista electrónica TAMBARA, **ISSN 2588-0977 Agosto-Noviembre 2021 Edición 15, No. 86, pp. 1246-1255**
<http://tambara.org/ano-2021-edicion-3/>

PUBLICACIONES LIBROS

- **ENERGÍAS RENOVABLES, EDITORIAL CIENCIA DIGITAL**, con registro en la Cámara Ecuatoriana del Libros No.663 **ISBN 978-9942-8914-4-0** Primera edición, agosto 2021
<http://libros.cienciadigital.org/index.php/CienciaDigitalEditorial/catalog/book/7>

PONENCIAS REALIZADAS

- Participación en calidad de “PONENTE” en el “I Congreso Internacional de Electromecánica y Eléctrica” Universidad Tecnológica Equinoccial sede Santo Domingo 15, 16 y 17 de junio del 2016
- Participación en calidad de “PONENTE” en el “III Congreso Internacional de Investigación Científica” Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Mana 29 al 31 de Enero del 2018

- Participación en calidad de “PONENTE” en la “I Jornada Científica Empresarial de Ingeniería Electromecánica” Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Mana 04 al 06 de Julio del 2018. 40 horas
- Reconocimiento al Primer Lugar por la participación en calidad de PONENTES POSTER “I Jornada Científica Empresarial de Ingeniería Electromecánica” Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Mana 06 de Julio del 2018.
- Participación en calidad de PONENTE en el “I CONGRESO INTERNACIONAL SANTO DOMINGO INVESTIGA” los días 25 al 31 de octubre del 2018. 40 horas
- Participación en calidad de PONENTE en las 2das JORNADAS DE BUENAS PRÁCTICAS DE VINCULACIÓN realizada en Portoviejo del 17 al 19 de julio del 2019
- Participación en calidad de PONENTE en las IV JORNADAS SISTEMAS DE INFORMACIÓN realizada en La Maná del 11 al 13 de diciembre del 2019
- Participación en calidad de PONENTE en el ENCUENTRO DE LAS IES 2020 – Proyectos de Vinculación con la Sociedad realizado en Riobamba del 07 al 11 de septiembre del 2020
- Participación en calidad de PONENTE en el III Congreso Internacional de Ciencias Agropecuarias, Tecnología e Innovación Industrial ISBN: 978-9942-8900-7-8 desarrollado en Quevedo el 23 de agosto del 2021.
- Participación en calidad de PONENTE, en las II JORNADA CIENTÍFICA – EMPRESARIAL INGENIERÍA EN ELECTROMECAÁNICA 2021, realizado los días 30 de junio al 02 de Julio del 2021, con el aval de la Universidad Técnica de Cotopaxi, Extensión La Maná, con una duración de 40 horas académicas.
- Participación en calidad de PONENTE, en las II Congreso Internacional de Ciencias Económicas y Sociales. III Encuentro de Socialización Académica sobre Experiencias Investigativas con el tema: Fuentes de reclutamiento de personal en las pymes del Cantón La Maná, realizado en Santiago de Cali los días 10 al 12 de noviembre del 2021, con el aval Corporación Universitaria Autónoma de Nariño con una duración de 40 horas académicas.

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

- Evaluación del potencial energético de la biomasa, para el aprovechamiento de la generación de gas metano (CH₄), en la granja avícola Cynthia Elizabeth de la ciudad de Pujilí en el año 2016., Propuesta de diseño de un biodigestor

Anexo 4. Programación en Arduino.



```

Proyecto_medidor Arduino 1.8.9
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda

Proyecto_medidor
#include <PZEM004Tv30.h>
#include <SoftwareSerial.h>
#include "Nextion.h"
#include <Wire.h> // incluye libreria para interfaz I2C
#include <RTClib.h> // incluye libreria para el manejo del modulo RTC
#include <SPI.h>
#include <SD.h>

RTC_DS3231 rtc; // crea objeto del tipo RTC_DS3231

NexWaveform onda1 = NexWaveform(4, 3, "s0");
NexWaveform onda2 = NexWaveform(5, 4, "s1");
NexWaveform onda3 = NexWaveform(6, 8, "s2");
NexWaveform onda4 = NexWaveform(7, 9, "s3");

#if !defined(PZEM_RX_PIN) && !defined(PZEM_TX_PIN)
#define PZEM_RX_PIN 12
#define PZEM_TX_PIN 13
#endif

SoftwareSerial pzemSWSerial(PZEM_RX_PIN, PZEM_TX_PIN);
PZEM004Tv30 pzem(pzemSWSerial);

void setup() {

  if (! SD.begin()) // si falla la inicializacion del modulo
    Serial.println("Fallo la tarjeta, o no hay tarjeta!"); // muestra mensaje de error
  return;
}

```

Fuente: (Andrade & Lozada, 2022).

Anexo 5. Programación en Arduino.



```

Proyecto_medidor Arduino 1.8.9
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda

Proyecto_medidor
SD.remove("datalog.txt");
SD.remove("datalog1.txt");
SD.remove("datalog2.txt");
SD.remove("datalog3.txt");

if (! rtc.begin()) { // si falla la inicializacion del modulo
  Serial.println("Modulo RTC no encontrado !"); // muestra mensaje de error
  while (1); // bucle infinito que detiene ejecucion del programa
}
rtc.adjust(DateTime(__DATE__, __TIME__));

nexInit();
Serial.begin(9600);
}

void loop() {

  DateTime fecha = rtc.now(); // funcion que devuelve fecha y horario en formato

  float voltage = pzem.voltage();
  float current = pzem.current() * 1000;
  float power = pzem.power();
  float energy = pzem.energy() * 1000;
  float frequency = pzem.frequency();
  float pf = pzem.pf() * 100;

  Serial.print("n0.val=");
  Serial.print(fecha.second());
  Serial.write(0xff);}

```

Fuente: (Andrade & Lozada, 2022).

Anexo 6. Programación en Arduino.

```

Proyecto_medidor Arduino 1.8.9
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda

Proyecto_medidor
Serial.write(0xff);
Serial.write(0xff);
Serial.write(0xff);

Serial.print("n1.val=");
Serial.print( fecha.minute() );
Serial.write(0xff);
Serial.write(0xff);
Serial.write(0xff);

Serial.print("n2.val=");
Serial.print( fecha.hour() );
Serial.write(0xff);
Serial.write(0xff);
Serial.write(0xff);

Serial.print("n3.val=");
Serial.print( fecha.day() );
Serial.write(0xff);
Serial.write(0xff);
Serial.write(0xff);

Serial.print("n4.val=");
Serial.print( fecha.month() );
Serial.write(0xff);
Serial.write(0xff);
Serial.write(0xff);

Serial.print("n5.val=");

```

Fuente: (Andrade & Lozada, 2022).

Anexo 7. Programación en Arduino.

```

Proyecto_medidor Arduino 1.8.9
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda

Proyecto_medidor
Serial.print("n5.val=");
Serial.print( fecha.year() );
Serial.write(0xff);
Serial.write(0xff);
Serial.write(0xff);

String dataString = "";
int v = round(voltage) ;
dataString += String(v);

String dataString1 = "";
int i = round(current) ;
dataString1 += String(i);

String dataString2 = "";
int ang = round(pf) ;
dataString2 += String(ang);

String dataString3 = "";
int e = round(energy) ;
dataString3 += String(e);

if ( fecha.second() == 30 ) {
  File dataFile = SD.open("datalog.txt", FILE_WRITE);
  File dataFile1 = SD.open("datalog1.txt", FILE_WRITE);
  File dataFile2 = SD.open("datalog2.txt", FILE_WRITE);
  File dataFile3 = SD.open("datalog3.txt", FILE_WRITE);
}

```

Fuente: (Andrade & Lozada, 2022).

Anexo 8. Programación en Arduino.

```

Proyecto_medidor Arduino 1.8.9
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda

Proyecto_medidor

if (dataFile) {
  dataFile.println(dataString);
  dataFile.close();
  Serial.println(dataString);
}

if (dataFile1) {
  dataFile1.println(dataString1);
  dataFile1.close();
  Serial.println(dataString1);
}

if (dataFile2) {
  dataFile2.println(dataString2);
  dataFile2.close();
  Serial.println(dataString2);
}

if (dataFile3) {
  dataFile3.println(dataString3);
  dataFile3.close();
  Serial.println(dataString3);
}

else
{
  Serial.println("Error al abrir el archivo datalog.txt");
}

```

Fuente: (Andrade & Lozada, 2022).

Anexo 9. Programación en Arduino.

```

Proyecto_medidor Arduino 1.8.9
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda

Proyecto_medidor

Serial.print(v * 100);
Serial.write(0xff);
Serial.write(0xff);
Serial.write(0xff);

Serial.print("x1.val=");
Serial.print(i);
Serial.write(0xff);
Serial.write(0xff);
Serial.write(0xff);

Serial.print("x2.val=");
Serial.print(ang);
Serial.write(0xff);
Serial.write(0xff);
Serial.write(0xff);

Serial.print("x3.val=");
Serial.print(e);
Serial.write(0xff);
Serial.write(0xff);
Serial.write(0xff);

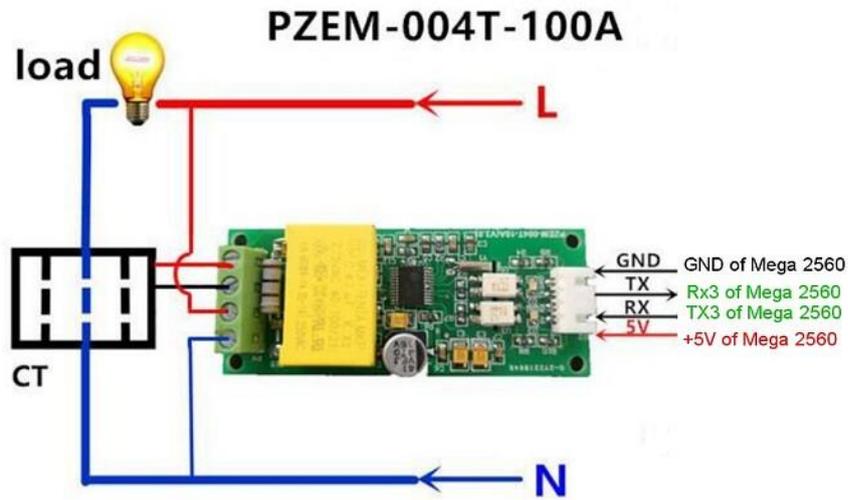
onda1.addValue(0, v);
onda2.addValue(0, i * 1000);
onda3.addValue(0, ang * 100);
onda4.addValue(0, e * 1000);

}

```

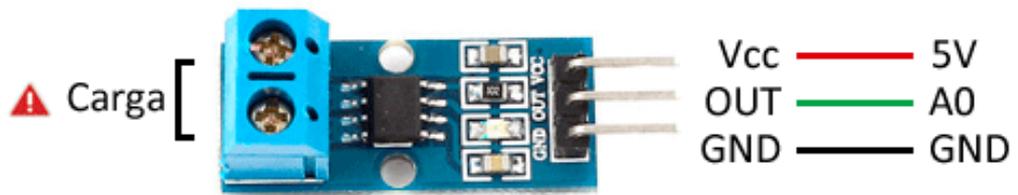
Fuente: (Andrade & Lozada, 2022).

Anexo 10. Sensor PZEM-004T-100.



Fuente: (Andrade & Lozada, 2022).

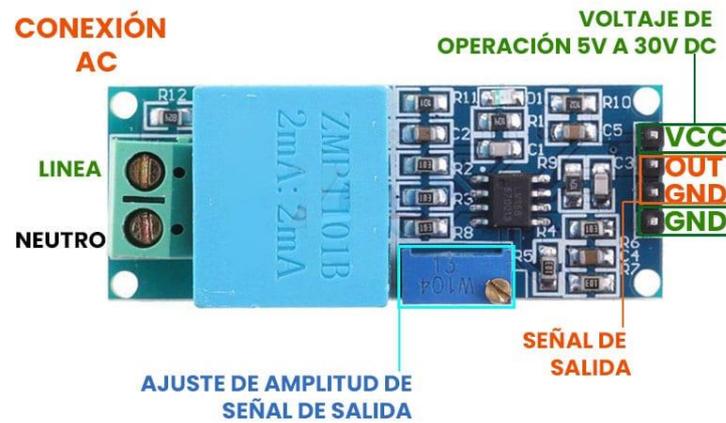
Anexo 11. Sensor ACS712.



⚠ Máximo 30A.

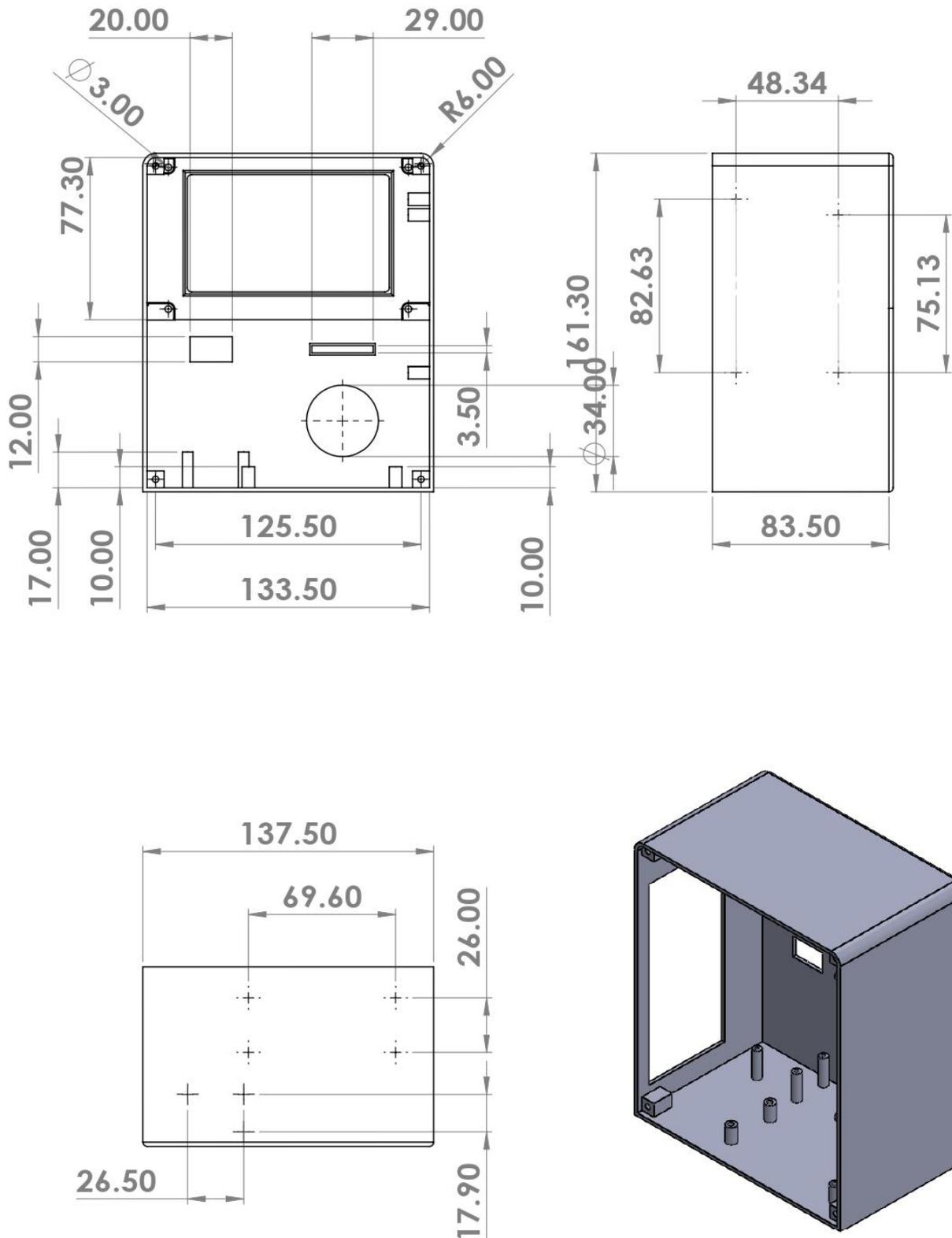
Fuente: (Andrade & Lozada, 2022).

Anexo 12. Sensor ZMPT101B..

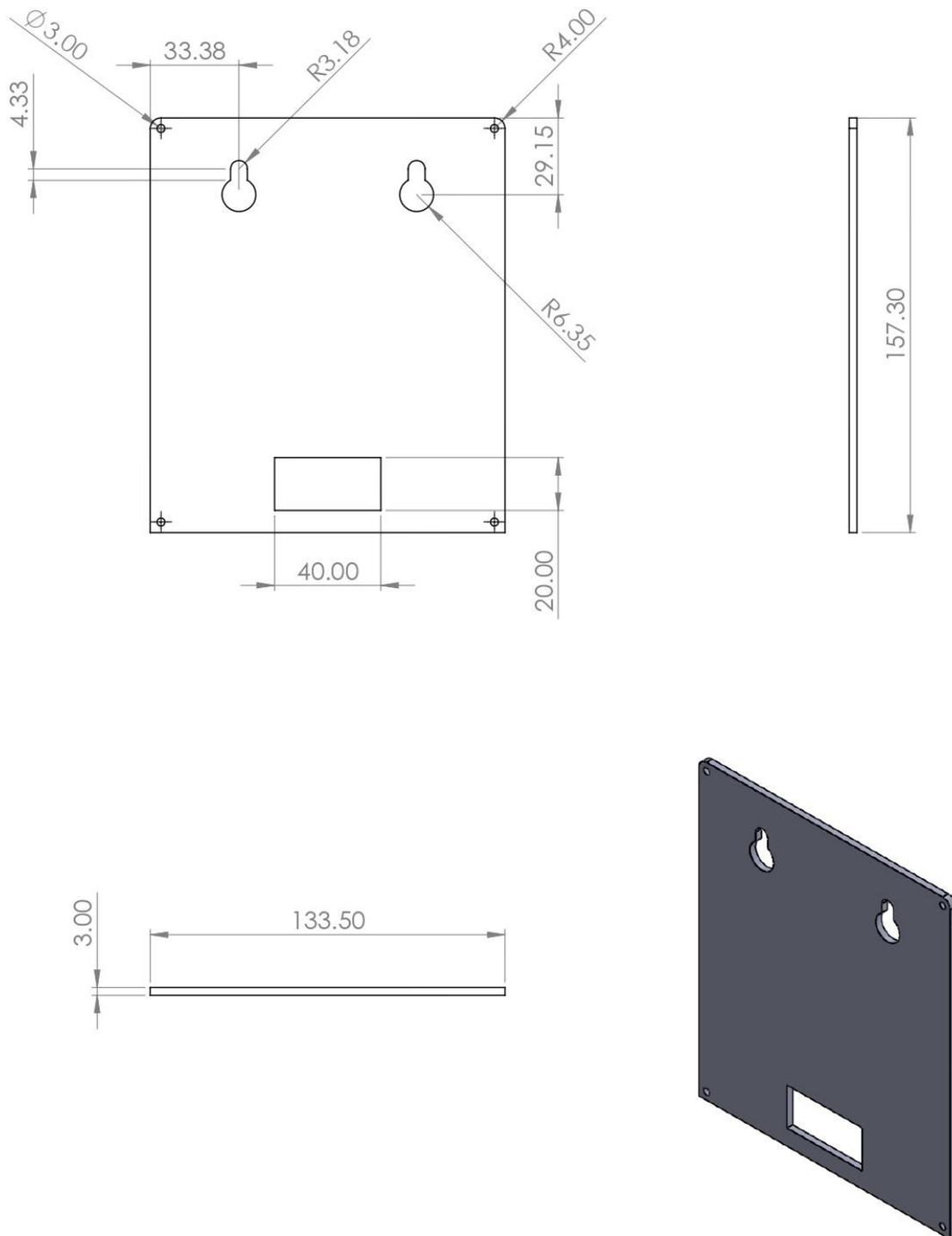
PINOUT
Sensor De Voltaje
ZMPT101B
2mA AC

Fuente: (Andrade & Lozada, 2022).

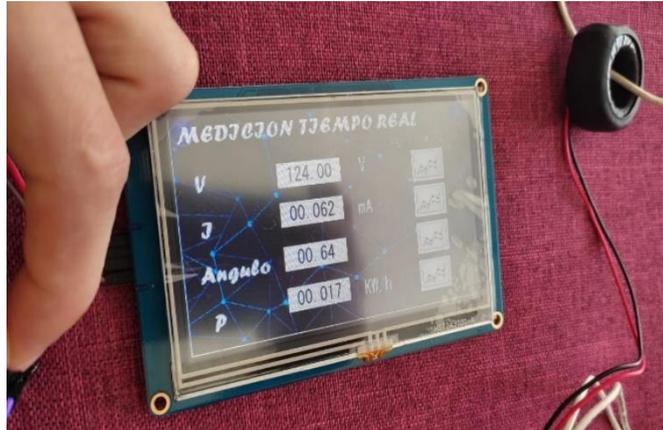
Anexo 13. Planos de la carcasa.



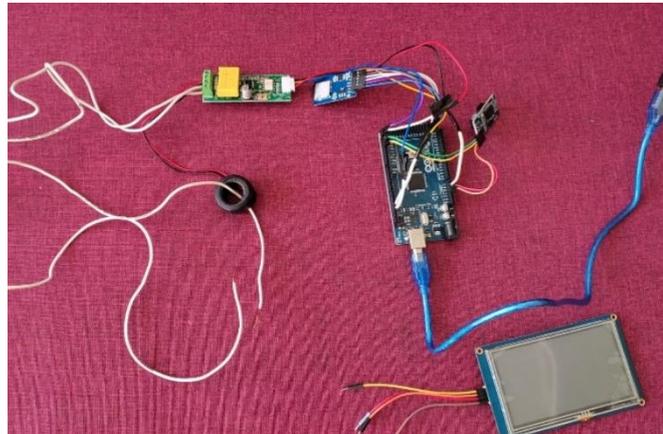
Fuente: (Andrade & Lozada, 2022).

Anexo 14. Plano de la tapa de la carcasa.

Fuente: (Andrade & Lozada, 2022).

Anexo 15. Pantalla Nextion.

Fuente: (Andrade & Lozada, 2022).

Anexo 16. Conexiones de todos los componentes.

Fuente: (Andrade & Lozada, 2022).

Anexo 17. Instalación del relé de protección.

Fuente: (Andrade & Lozada, 2022).

Anexo 18. Conexiones para la implementación.



Fuente: (Andrade & Lozada, 2022).

Anexo 19. Verificación de las líneas eléctricas.



Fuente: (Andrade & Lozada, 2022).

Anexo 20. Verificación de las mediciones con el medidor inteligente.



Fuente: (Andrade & Lozada, 2022).

Anexo 21. Implementación del prototipo.

Fuente: (Andrade & Lozada, 2022).

Anexo 22. Verificación del correcto funcionamiento del prototipo.

Fuente: (Andrade & Lozada, 2022).

Anexo 23. Prototipo finalizado.

Fuente: (Andrade & Lozada, 2022).

Anexo 24. Manual de usuario.

A continuación, se muestra una pequeña guía para usuario acerca del funcionamiento y los pasos para iniciar con el módulo inteligente.

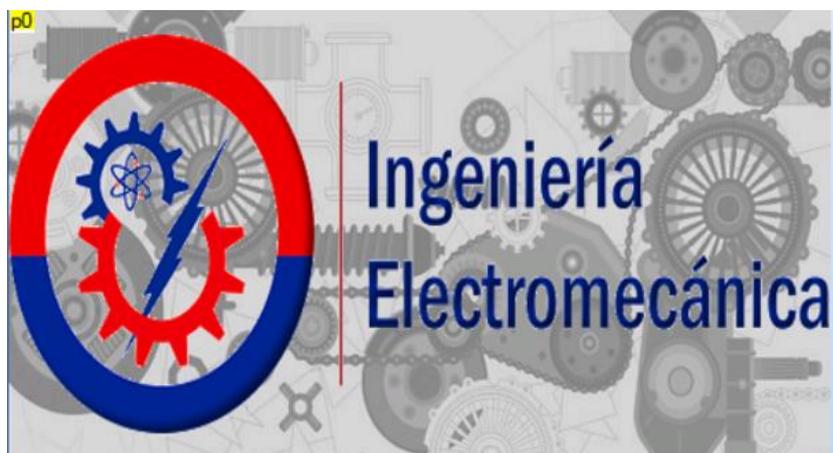
1. Ubicar el medidor en un lugar cercano a las instalaciones eléctricas del lugar donde se requiere medir.
2. Alimentar el sistema con 110/220 V de corriente alterna teniendo en cuenta la fase y neutro de la acometida.
3. Conectar las cargas por medio del tomacorriente de color amarillo ubicado en la parte frontal del dispositivo.
4. Encender el módulo por medio del switch ON/OFF ubicado en la parte frontal del medidor.
5. Una vez encendido aparecerá en la pantalla las siguientes imágenes de presentación:

Figura 27. Logo de la Universidad presentado en la pantalla Nextion.



Fuente: (Andrade & Lozada, 2022).

Figura 28. Logo de la carrera presentado en la pantalla Nextion.



Fuente: (Andrade & Lozada, 2022).

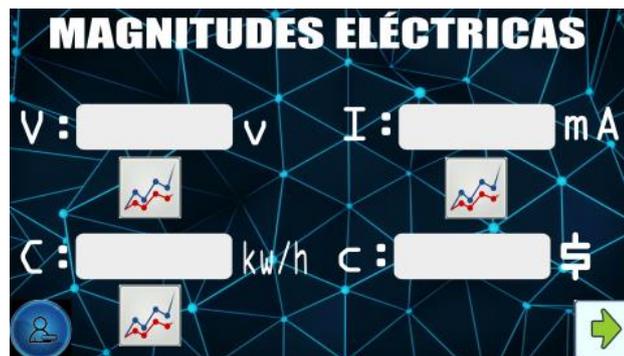
Figura 29. Pantalla de carga presentada en Nextion.



Fuente: (Andrade & Lozada, 2022).

6. Después de un tiempo de espera mientras se carga el entorno aparecerá la siguiente pantalla, la cual debe mostrar los valores de voltaje, corriente, costo y consumo eléctrico en tiempo real:

Figura 30. Pantalla de las mediciones.



Fuente: (Andrade & Lozada, 2022).

7. La pantalla cuenta con cuatro botones en frente de cada uno de las variables medidas, que son los que permiten visualizar las gráficas de dichas variables con respecto al tiempo.

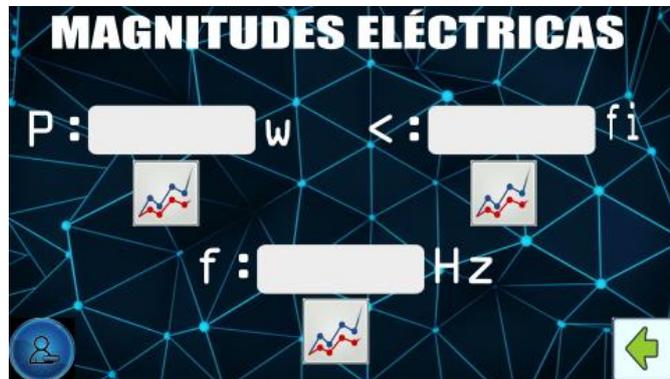
Figura 31. Botón para la visualización de las gráficas.



Fuente: (Andrade & Lozada, 2022).

8. La pantalla cuenta con indicadores de texto para cada una de las variables medidas.

Figura 32. Indicadores de variables.



Fuente: (Andrade & Lozada, 2022).

9. Además, tiene un botón extra el cual muestra información acerca de los integrantes del proyecto:

Figura 33. Botón de información de los integrantes.



Fuente: (Andrade & Lozada, 2022).

10. Al momento de dar click en el botón de graficas se muestra la gráfica de la variable que se quiera observar.

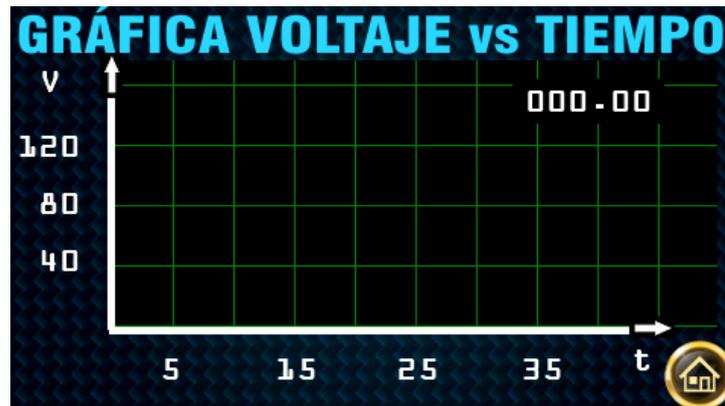
Figura 34. Botón para la gráfica de voltaje.



Fuente: (Andrade & Lozada, 2022).

11. Se nos desplaza la pagina con la grafica de V-t en este caso en tiempo real:

Figura 35. Grafica del voltaje en base al tiempo.



Fuente: (Andrade & Lozada, 2022).

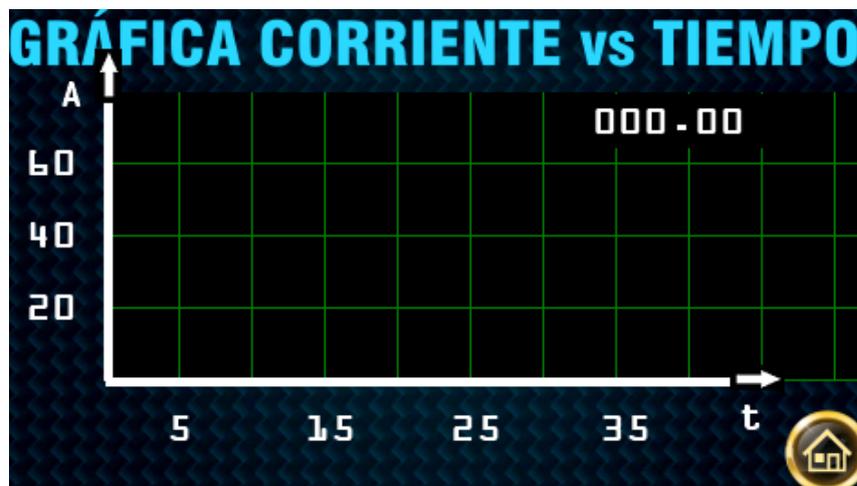
12. De igual forma para los otros 3 casos:

Figura 36. Botón para la gráfica de la corriente.



Fuente: (Andrade & Lozada, 2022).

Figura 37. Grafica de la corriente en base al tiempo.



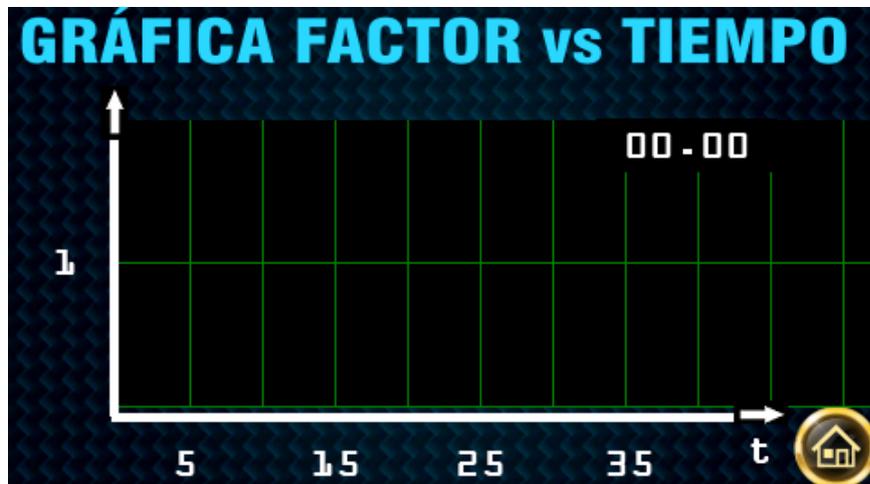
Fuente: (Andrade & Lozada, 2022).

Figura 38. Botón para la visualización de la gráfica del ángulo de desfase.



Fuente: (Andrade & Lozada, 2022).

Figura 39. Gráfica del ángulo de desfase en base al tiempo.



Fuente: (Andrade & Lozada, 2022).

Figura 40. Botón para la visualización de la gráfica de la potencia.



Fuente: (Andrade & Lozada, 2022).

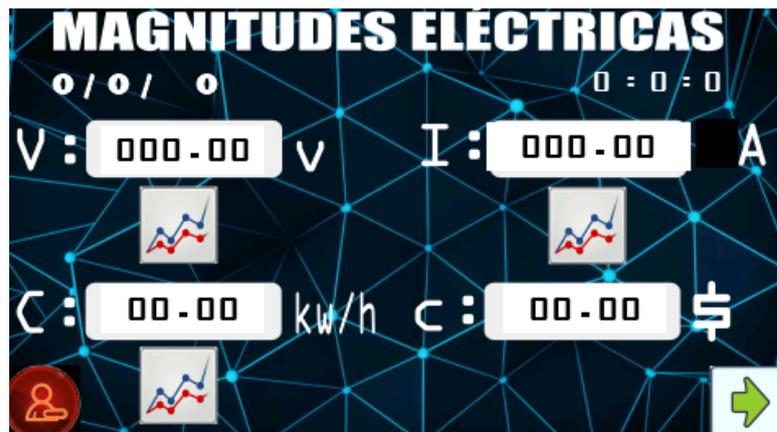
Figura 41. Gráfica de la potencia en base al tiempo.



Fuente: (Andrade & Lozada, 2022).

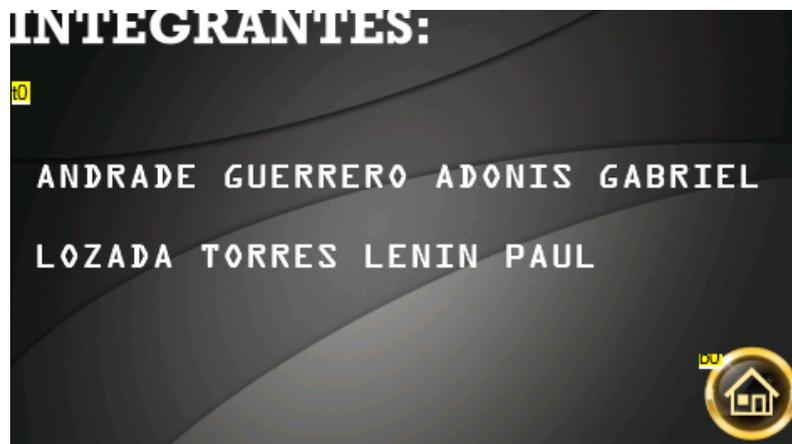
13. De igual manera en el botón de información se nos cambia de color una vez aplastado y muestra la pantalla de integrantes al momento de soltar el botón:

Figura 42. Cambio de color del botón para la visualización de los integrantes.



Fuente: (Andrade & Lozada, 2022).

Figura 43. Integrantes del proyecto.



Fuente: (Andrade & Lozada, 2022).

14. Cada pantalla cuenta con un botón adicional para regresar al menú principal:

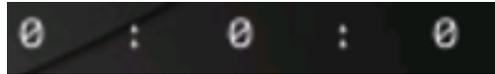
Figura 44. Botón para regresar al menú principal.



Fuente: (Andrade & Lozada, 2022).

15. Además, se muestra la hora en tiempo real por medio de las etiquetas:

Figura 45. Visualización del tiempo.



Fuente: (Andrade & Lozada, 2022).

Anexo 25. Reporte Original.

Curiginal

Document Information

Analyzed document	Lozada_TITULACIÓN BORRADOR II.pdf (D132968980)
Submitted	2022-04-07T19:09:00.0000000
Submitted by	
Submitter email	yoandrys.morales@utc.edu.ec
Similarity	2%
Analysis address	yoandrys.morales.utc@analysis.arkund.com

Fuente: (Andrade & Lozada, 2022).