



**FACULTAD DE PREGRADO  
TRABAJO FINAL DE GRADUACION**

**SISTEMA DE MEDICIÓN Y MONITOREO DE CORRIENTE  
ELÉCTRICA PARA UNIDAD DE AIRE ACONDICIONADO**

**SUSTENTADO POR:  
ANGEL JOSUE RODRIGUEZ MEJIA**

**PREVIA INVESTIDURA AL TÍTULO DE  
INGENIERO EN ELECTRÓNICA**

**SAN PEDRO SULA, CORTÉS, HONDURAS, C.A.**

**JULIO 2022**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA  
CAMPUS CEUTEC**

**FACULTAD DE PREGRADO**

**AUTORIDADES UNIVERSITARIAS**

**RECTOR**

**MARLON BREVÉ REYES**

**SECRETARIO GENERAL**

**ROGER MARTÍNEZ MIRALDA**

**VICERRECTOR ACADÉMICO NACIONAL**

**JAVIER SALGADO LEZAMA**

**DECANA DE PREGRADO CEUTEC**

**DINA VENTURA**

**SISTEMA DE MEDICIÓN Y MONITOREO DE CORRIENTE  
ELÉCTRICA PARA UNIDAD DE AIRE ACONDICIONADO**

**TRABAJO PRESENTADO EN CUMPLIMIENTO DE LOS  
REQUISITOS EXIGIDOS PARA OPTAR AL TÍTULO DE  
INGENIERO EN ELECTRÓNICA**

**ASESOR METODOLÓGICO  
RAMON DAGOBERTO BAIDE**

**MIEMBROS DE LA TERNA:  
DIEGO LEONARDO MATUTE MADRID  
ELISEO BENJAMIN VASQUEZ CASTILLO  
HJALMAR ORLANDO PEREZ LAZO**

### **Dedicatoria**

Dedico este proyecto a mi familia y a esas personas que no han logrado tener las oportunidades que se me facilitaron, seres queridos que no se encuentran en este momento a mi lado, pero sembraron en mi ese espíritu de perseverancia, apoyaron mientras estuvieron y alentaron a seguir adelante y dar lo mejor siempre.

**Ángel Josué Rodríguez Mejía**

### **Agradecimientos**

Agradezco principalmente a mi madre y abuela que me apoyaron en todos los sentidos en estos años de estudio. Mis compañeros y amigos que compartimos experiencias a lo largo de la carrera y me apoyaron en momentos difíciles. Los catedráticos que formaron con paciencia y sabiduría para poder llegar a este punto de mi vida como universitario. Mis amigos cercanos que me han apoyado y alentaron a siempre seguir adelante y que son fuente de inspiración, despejaron dudas y fueron base de mis éxitos.

**Ángel Josué Rodríguez Mejía**

## **SISTEMA DE MEDICIÓN Y MONITOREO DE CORRIENTE ELÉCTRICA PARA UNIDAD DE AIRE ACONDICIONADO**

### **Autor:**

**Ángel Josué Rodríguez Mejía**

### **Resumen Ejecutivo**

Como bien se sabe la ENEE es la empresa que se encarga del cobro del suministro eléctrico en Honduras, para realizar la medición del consumo de energía en las empresas u hogares ellos utilizan medidores electromecánicos y digitales con los cuales se registra y almacena el consumo eléctrico. En Lear Corporation se cuenta con una unidad tipo PAQUETE DE AIRE ACONDICIONADO DE 30 TONELADAS el cual no cuenta con la disponibilidad de un medidor electromecánico o digital que registre o almacene la corriente eléctrica de dicha unidad, personal técnico debe moverse a la unidad y procede a realizar las mediciones correspondientes de forma manual por medio de un amperímetro y de esta manera estimar el consumo.

La idea inicial de este proyecto es parte de la necesidad de monitorear la corriente eléctrica de esta unidad tipo paquete de aire acondicionado de manera remota desde cualquier sitio accediendo a un servidor web o por medio de una pantalla digital instalada en la unidad, a un costo económico muy bajo. De esta manera se podrá consultar la corriente eléctrica de la unidad diaria, semanal o mensual. También con este proyecto se evitaría que personal técnico se traslade al sitio donde se ubicada la unidad y tome las mediciones de manera manual.

**Palabras claves:** medición, corriente eléctrica, monitorear, energía, amperímetro, servidor web, pantalla digital, costo y personal técnico.

## **ELECTRICAL CURRENT MEASUREMENT AND MONITORING SYSTEM FOR AIR CONDITIONING UNIT**

### **Author:**

Ángel Josué Rodríguez Mejía

### **Abstract**

As is well known, the ENEE is the company that is responsible for charging electricity supply in Honduras. To measure energy consumption in companies or homes, they use electromechanical and digital meters with which electricity consumption is recorded and stored. In Lear Corporation there is a unit type AIR CONDITIONING PACKAGE OF 30 TONS which does not have the availability of an electromechanical or digital meter that registers or stores the consumption of said unit, technical personnel must go to the unit and proceed to carry out the corresponding measurements manually by means of an ammeter and in this way estimate the consumption.

The initial idea of this project is part of the need to monitor the electrical current of this air conditioning package unit remotely from anywhere by accessing a web server or through a digital screen installed in the unit, at a cost. very low cost. In this way you can check the energy consumed daily, weekly or monthly. This project would also prevent technical personnel from going to the site where the unit is located and taking measurements manually.

**Keywords:** measurement, electric current, monitor, energy, ammeter, web server, digital screen, cost and technical personnel.

## Índice

I. Introducción.....	1
II. Planteamiento del Problema.....	2
2.1 Antecedentes del problema .....	2
2.2 Definición del Problema.....	3
2.2.1 Enunciado del Problema.....	3
2.2.2 Formulación del Problema.....	3
2.3 Preguntas de Investigación.....	4
2.3.1 Pregunta Principal.....	4
2.3.2 Preguntas Secundarias .....	4
2.4 Variables de Investigación .....	4
2.5 Justificación.....	5
III. Objetivos del Proyecto .....	6
3.1 Objetivo General .....	6
3.2 Objetivos Específicos.....	6
IV. Marco Teórico .....	7
4.1 Análisis de la Situación Actual .....	7
4.1.1 Análisis de Macro entorno.....	8
4.1.2 Análisis de Microentorno .....	13
4.1.3 Análisis interno.....	15
4.2 Teorías.....	18

4.2.1 Teorías de Sustento.....	18
4.2.2 Conceptualización .....	20
V. Metodología .....	27
5.1 Congruencia Metodológica .....	27
5.1.1 Matriz Metodológica .....	27
5.1.2 Operacionalización de las Variables.....	29
5.2 Enfoque y Método.....	30
5.2.1 Enfoque Utilizado.....	30
5.2.2 Método Utilizado.....	30
5.3 Diseño de la Investigación .....	30
5.3.1 Unidad de Análisis y de Respuesta.....	30
5.4 Técnicas e Instrumentos Aplicados.....	31
5.4.1 Instrumentos .....	31
5.4.2 Unidad de Análisis y de Respuesta.....	32
5.5 Fuentes de Información.....	32
5.5.1 Fuentes Primarias .....	32
5.5.2 Fuentes Secundarias .....	33
5.6 Limitantes del Proyecto.....	33
5.7 Limitantes de la Investigación.....	34
5.8 Cronología de Trabajo.....	35

VI. Resultados y Análisis.....	37
6.1 Elementos Necesarios Para la Creación e Implementación de un medidor de corriente. ...	37
6.2 Resultado de Selección del Sensor para el medidor de corriente.....	37
6.3 Resultado de la Selección del Microcontrolador.....	38
6.4 Descripción del Sistema .....	40
VII. Viabilidad.....	44
7.1 Viabilidad Operacional .....	44
7.2 Viabilidad Económica.....	47
7.2.1 Plan de Inversión .....	47
7.2.2 Plan de Amortización .....	48
7.3 Viabilidad de Mercado .....	49
7.3.1 Producto.....	49
7.3.2 Mercado.....	49
7.3.3 Competidores y lo que Están Haciendo.....	49
7.3.4 Tendencias del mercado y Comercialización .....	50
VIII. Aplicabilidad.....	51
8.1 Análisis de Mercado.....	51
8.1.1 Análisis de la Demanda .....	53
8.1.2 Análisis de la Oferta .....	56
8.1.3 Análisis de Precios.....	59

8.1.4 Análisis de la Comercialización .....	60
8.2 Estudio Técnico.....	61
8.2.1 Análisis y determinación de la localización óptima del proyecto .....	62
8.2.2 Análisis y determinación del tamaño del proyecto.....	63
8.2.3 Análisis de la disponibilidad y el costo de los suministros e insumos .....	63
8.2.4 Identificación y descripción del proceso .....	64
8.2.5 Determinación de la organización humana y jurídica que se requiere para la correcta operación del proyecto.....	66
8.3 Estudio Económico .....	71
8.3.1 Costos de Producción y Operación.....	71
8.3.2 Inversión Total Inicial .....	72
8.3.3 Punto de Equilibrio .....	73
8.3.4 TIR (Tasa Interna de Retorno).....	74
8.4 Creación de Prototipo.....	76
8.4.1 Beneficios de Realizar un Prototipo .....	76
8.4.2 Características de un Prototipo .....	76
8.4.3 Etapas para Diseñar e Implementar un Prototipo: .....	77
8.4.4 Paso a Paso del Desarrollo del Prototipo.....	78
IX. Conclusiones.....	94
X. Recomendaciones.....	95

XI. Bibliografía ..... 96

## Índice de Figuras

<b>Figura 1</b> Medidor corriente: Cirwatt D .....	10
<b>Figura 2</b> Medidor de corriente: Cirwatt B .....	10
<b>Figura 3</b> Medidor de corriente: Cirwatt B directo .....	11
<b>Figura 4</b> Medidor de corriente: Cirwatt B tipo 101 .....	12
<b>Figura 5</b> Medidor de corriente: iEM3000 de Schneider Electric .....	12
<b>Figura 6</b> Contador inteligente creado por la Facultad de Ingeniería UNAH .....	14
<b>Figura 7</b> Central de medida PowerLogic PM5100 .....	15
<b>Figura 8</b> Sistema de control lazo abierto .....	18
<b>Figura 9</b> Sistema de control lazo cerrado.....	19
<b>Figura 10</b> Elementos de un sistema de control. ....	20
<b>Figura 11</b> Arduino Uno.....	20
<b>Figura 12</b> PCB de un Arduino UNO.....	21
<b>Figura 13</b> Diferentes tipos de modelos de placas Arduino .....	22
<b>Figura 14</b> Escudo Shield Ethernet .....	24
<b>Figura 15</b> Diagrama interno SCT-013 .....	25
<b>Figura 16</b> Sensor SCT-013-000 .....	25
<b>Figura 17</b> Display Oled SH1106.....	26
<b>Figura 18</b> Diagrama de Gantt.....	36
<b>Figura 19</b> Conexión de Arduino Uno .....	39
<b>Figura 20</b> Configuración LM358 como seguidor de tensión.....	40
<b>Figura 21</b> Mascara componentes circuito LM358 .....	41
<b>Figura 22</b> PCB circuito LM358 .....	41

<b>Figura 23</b> Diagrama de Conexión de los elementos .....	42
<b>Figura 24</b> Diagrama de flujo del procesamiento y toma de datos .....	43
<b>Figura 25</b> Pantalla principal del medidor.....	45
<b>Figura 26</b> Ubicación de los elementos o componentes dentro del case.....	46
<b>Figura 27</b> Medidor Schneider PowerLogic PM5100.....	52
<b>Figura 28</b> Encuesta vía online para saber la satisfacción sobre la facturación de energía. ....	53
<b>Figura 29</b> Encuesta vía online sobre la confiabilidad que tienen las personas con lecturas del contador.....	54
<b>Figura 30</b> Encuesta vía online para saber cuántas personas han realizado reclamos por lecturas erróneas. ....	54
<b>Figura 31</b> Encuesta vía online para determinar que tanta demanda podría haber. ....	55
<b>Figura 32</b> Encuesta vía online para saber la importancia del monitoreo remoto de consumo de energía.....	55
<b>Figura 33</b> Encuesta vía online para saber cuánto dinero podrían invertir las personas por un medidor. ....	56
<b>Figura 34</b> Ejemplo de diagrama flujo de proceso. ....	66
<b>Figura 35</b> Tiempo de retorno de la inversión para fabricación de 50 medidores de corriente eléctrica.....	74
<b>Figura 36</b> Unidad tipo paquete de aire acondicionado, donde implementara el medidor de corriente. ....	79
<b>Figura 37</b> En esta parte de la unidad se instalará el medidor, cerca del controlador del termostato. Ya que es un espacio ideal para que personal encargado recolecte mediciones.....	79
<b>Figura 38</b> En una de líneas de alimentación se colocará el sensor SCT013 .....	80

<b>Figura 39</b> Arduino Uno.....	81
<b>Figura 40</b> Módulo Arduino Shield Ethernet.....	81
<b>Figura 41</b> Sensor SCT-013 .....	82
<b>Figura 42</b> Display Oled SH1106.....	82
<b>Figura 43</b> Resistencias de 10 ohms y circuito integrado LM358 .....	83
<b>Figura 44</b> Placa perforada para conexión de circuito LM358 y resistencias por medio de soldadura estaño.....	83
<b>Figura 45</b> Conexión del módulo shield ethernet en arduino uno.....	84
<b>Figura 46</b> Circuito LM358 soldado en placa perforada junto con las resistencias. ....	84
<b>Figura 47</b> Código de programación del medidor corriente eléctrica. ....	85
<b>Figura 48</b> Medidor de consumo de corriente funcionando.....	86
<b>Figura 49</b> Componentes instalados en case para protección de los mismos.....	87
<b>Figura 50</b> Medidor y monitoreo de corriente eléctrica terminado. ....	88
<b>Figura 51</b> Midiendo el voltaje y amperaje en la unidad. Resultados 480V y 41A .....	89
<b>Figura 52</b> Instalando el sensor SCT-013 en unas de las líneas primarias.....	89
<b>Figura 53</b> Sensor SCT-013 instalado de la mejor manera en la unidad.....	90
<b>Figura 54</b> Conexión del sensor SCT-013 en la placa arduino y se verificaron las demás conexiones.....	90
<b>Figura 55</b> Se quitaron dos puentes para colocación del medidor en esa parte de la unidad. ....	91
<b>Figura 56</b> Medidor instalado con sus conexiones correspondientes y funcionando sin problemas. ....	91
<b>Figura 57</b> Resultados medición en display SH1106 de la unidad de aire acondicionado tipo paquete. ....	92

<b>Figura 58</b> Resultados medición en IP de red local de la unidad de aire acondicionado tipo paquete. ....	92
<b>Figura 59</b> Resultados medición en thingspeak de la unidad de aire acondicionado tipo paquete. ....	93

**Índice de Tablas**

<b>Tabla 1</b> Matriz de Congruencia.....	28
<b>Tabla 2</b> Cronograma de actividades realizadas durante el proceso .....	35
<b>Tabla 3</b> Plan de inversión de los equipos a adquirir .....	47
<b>Tabla 4</b> Cálculo de la amortización de inmovilizado (Tabla orientativa).....	48

## Glosario

- **Medidor:** es un equipo destinado a la medición de energía eléctrica que registra consumo de electricidad, expresada en kilovatios-hora. El kilovatio-hora (kWh) es una unidad de medida de consumo de energía eléctrica, utilizan las distribuidoras de electricidad para facturar la energía utilizada por clientes.
- **Energía:** se define como la capacidad de realizar trabajo, de producir movimiento, de generar cambio. Es inherente a todos los sistemas físicos, y la vida en todas sus formas, se basa en la conversión, uso, almacenamiento y transferencia de energía.
- **Consumo:** es la acción de utilizar y/o gastar un producto, un bien o un servicio para atender necesidades humanas tanto primarias como secundarias.
- **Amperímetro:** es un simple galvanómetro (instrumento para detectar pequeñas cantidades de corriente), con una resistencia en paralelo, llamada "resistencia shunt". El amperímetro se utiliza para medir la intensidad de las corrientes eléctricas
- **Voltímetro:** es un aparato de medida del voltaje, o diferencia de potencial eléctrico, entre dos puntos de una corriente eléctrica.
- **Monitoreo:** es el proceso continuo y sistemático mediante el cual se verifica la eficiencia y la eficacia de un proyecto mediante la identificación de sus logros y debilidades y en consecuencia, se recomiendan medidas correctivas para optimizar los resultados esperados del proyecto.
- **Remota:** Que está muy lejos o muy apartado en el tiempo o el espacio.
- **Servidor web:** Un servidor web es un software que forma parte del servidor y tiene como misión principal devolver información (páginas) cuando recibe peticiones por parte de los

usuarios. En otras palabras, es el software que permite que los usuarios que quieren ver una página web en su navegador puedan hacerlo.

- **Pantalla digital:** es un equipo para indicar las magnitudes de procesos, y está disponible en cuatro diferentes versiones. Además de tener la pantalla digital entradas para las señales normalizadas 0/4-20 mA y 0-10 V, también puede conectarle sensores de temperatura de resistencia y termoelementos.
- **Microcontrolador:** es un equipo con las mismas características de una computadora, solo que su tamaño es más pequeño. Tiene un CPU (Central Processing Unit) por sus siglas en inglés, una memoria RAM y una memoria ROM. Es el cerebro de un sistema informático y el motor que activa el funcionamiento de un equipo.
- **Sensor:** también llamado entrada o input, es un dispositivo capacitado para captar acciones o estímulos externos y responder en consecuencia. En otras palabras, permite captar la información del medio físico que nos rodea.
- **Ahorro energético:** consiste en utilizar la energía de mejor manera. Es decir, con la misma cantidad de energía o con menos, obtener los mismos resultados. Esto se puede lograr a través del cambio de hábitos, del uso tecnologías más eficientes, o una combinación de ambos.
- **Base de datos:** es un conjunto de datos pertenecientes a un mismo contexto y almacenados sistemáticamente para su posterior uso.

## I. Introducción

En tiempos pasados era de poca importancia el tema ahorro de consumo de energía y eficiencia energética para sistemas industriales como aires acondicionados, debido al bajo costo de facturación. Como bien sabemos actualmente en Honduras la mayor parte de la energía eléctrica es producida por generadoras térmicas lo que hace que el combustible se la fuente para generar la electricidad en el país. El aumento seguido de precios en los combustibles hace que en la facturación también se incrementen, es por ello que el tema de ahorro de energía es de mucha importancia para las empresas en la actualidad.

En “Lear Corpotarion” para llevar un monitoreo de consumo de corriente en la unidad de tipo paquete de aire acondicionado personal técnico se encarga de las mediciones de manera manual. Donde intervienen varios equipos de medición como ser: amperímetro y voltímetro. Esto a su vez hace que personal este propenso a realizar cálculos no precisos y les tome tiempo en hacer las mediciones.

Con la implementación de este proyecto de mejora se permitirá realizar el monitoreo de corriente eléctrica de dicha unidad de manera remota desde cualquier sitio a través de un sitio web o mediante una pantalla digital instalada en la unidad. Al final esto reduce la intervención humana en la toma de datos, reducción de tiempo (el estar moviéndose al sitio) y errores en las mediciones por personal técnico. Analizando los datos obtenidos se puede estimar el consumo del paquete de aire acondicionado teniendo una base de datos precisa, confiable y como resultado ahorro energético. Para llevar a cabo este proyecto se usará una placa de microcontrolador ARDUINO UNO lo que hace un proyecto de bajo costo. El sistema arduino se encargará de procesar los datos provenientes del sensor, además un módulo escudo ethernet enviará al usuario las lecturas de la energía consumida al servidor web.

## II. Planteamiento del Problema

En la actualidad existen muchos medidores de corriente eléctrica industrial tienden ser de muy alto costo. Sus funcionalidades varían dependiendo modelo y aplicación. El presente proyecto tiene como finalidad la implementación de un sistema de monitoreo corriente eléctrica en una unidad tipo paquete de aire acondicionado de manera remota y el beneficio de poder monitorear el consumo de corriente de la unidad.

### 2.1 Antecedentes del problema

DIAACO. (2022) afirma: "Los usuarios contarán con más información para un consumo eficiente; la reconexión del servicio será ágil y sin costo; facilita la implementación del servicio prepago; posibilita la tarificación horaria con mejor oferta de precio de energía en horas de bajo consumo, facilitando la incorporación de tecnologías de autogeneración, almacenamiento y generación distribuida" (p.1).

La empresa antioqueña HA Bicicletas tenía un consumo promedio mensual de energía eléctrica de 69.000 kW por hora entre sus bodegas de operaciones, lo que para ellos representaba un costo de \$34,5 millones de pesos al mes. Pero logró reducir dicho consumo en un 13 % en aproximadamente tres meses, bajando a 60.000 kW por hora y pagando 30 millones de pesos al mes. La clave de este emprendimiento paisa radica en la implementación de medidores inteligentes conectados a internet, los cuales captan en tiempo real los datos de consumo de energía, los procesan y envían notificaciones personalizadas al celular, para así tomar acciones rápidas que se traduzcan en ahorro de recursos y mayor eficiencia.(¿Se puede reducir el consumo de energía con una ‘app’?, 2021, p.2).

## **2.2 Definición del Problema**

A continuación, en esta sección plantaremos la situación que se debe aclarar en base a todo el estudio del proyecto, se busca definir y afinar la estructura de la idea central del proyecto.

### ***2.2.1 Enunciado del Problema***

En la actualidad la automatización industrial se encuentra en constante avance sin detenerse en el uso de la tecnología, todos estos avances han venido a aumentar el ahorro y eficiencia en los equipos como ser aires acondicionados. La implementación de medidores de corrientes en equipos industriales resulta más confiable y eficientes, que depender de recurso humano para realizar una determinada medición.

Es por ello que surge el proyecto de mejora de un sistema de medición y monitoreo de corriente eléctrica para unidad de aire acondicionado, los cuales tienen que ser medidos de manera manual por un técnico, este proyecto pretende evitar la intervención humana en la toma de datos y monitorear desde cualquier sitio remotamente el consumo de la unidad. Dando un monitoreo más confiable y costo más bajo en comparación a los medidores que se encuentran en la industria.

### ***2.2.2 Formulación del Problema***

Determinar que, con la implementación de un sistema de medición y monitoreo de corriente eléctrica para unidad de aire acondicionado, los datos de las mediciones se mostraran al conectarse de manera remota al medidor por medio de un servidor web o bien verificar las lecturas en una pantalla digital instalada en la unidad. Las lecturas serán almacenadas en una base de datos para posteriores análisis, etc.

## **2.3 Preguntas de Investigación**

Las preguntas de investigación son el primer paso que hay que dar antes de iniciar el estudio de algo que nos intriga. En ciencia, saber concretar bien cuál es el objetivo de una investigación es necesario para saber en qué dirección hay que diseñar la investigación y con qué clase de metodologías se puede contar. (*Preguntas de investigación*, 2017)

### **2.3.1 *Pregunta Principal***

1. ¿Qué elementos son necesarios para el desarrollo e implementación de un sistema de medición y monitoreo de corriente eléctrica y pantalla digital?

### **2.3.2 *Preguntas Secundarias***

1. ¿Qué microcontrolador será el más adecuado para el desarrollo del proyecto de medición?
2. ¿Qué sensor es el más indicado para la medición?
3. ¿Se podrá diseñar una programación que cubra todas las condiciones de trabajo que puedan existir?
4. ¿Qué se necesita para implementar una pantalla de monitoreo?

## **2.4 Variables de Investigación**

- Corriente eléctrica
- Energía
- Tiempo
- Medidor
- Monitoreo

## **2.5 Justificación**

En “Lear Corporation” el personal técnico de mantenimiento se encarga de recolectar las lecturas de corriente de las unidades de aire acondicionado de la empresa, para realizar las mediciones de consumo energético, proceden a moverse al sitio donde se ubica la unidad, luego utilizan para medición el amperímetro, registran y almacenan en una macro en Excel la información. De esta manera calculan el consumo de cada unidad. Actualmente no cuentan con sistema de monitoreo consumo remoto, lo que implica moverse al sitio a realizar lecturas y estimar consumos.

La idea de este proyecto parte de la necesidad de poder monitorear la corriente y potencia instantánea que consume la unidad de aire acondicionado de manera remota o través de una pantalla digital instalada en la unidad y estimar consumo. El proyecto tiene un costo muy bajo en comparación a los medidores que se encuentra en la actualidad en la industria.

### **III. Objetivos del Proyecto**

#### **3.1 Objetivo General**

1. Determinar qué elementos son necesarios para el desarrollo e implementación de un sistema de medición y monitoreo de corriente eléctrica y pantalla digital

#### **3.2 Objetivos Específicos**

1. Desarrollar la fabricación de un prototipo de medidor de corriente eléctrica y que sea capaz de mostrar los resultados en tiempo real de manera remota y en una pantalla digital.
2. Determinar que microcontrolador será el más adecuado para el desarrollo del proyecto de medición de corriente.
3. Realizar el análisis del medidor tenga la opción de almacenar los datos de las mediciones para posteriores análisis.
4. Realizar medidor de corriente eléctrica, que transmita los datos de forma remota por medio un módulo ethernet.

## **IV. Marco Teórico**

A continuación, se mostrará una recopilación de toda la información referente al tema medidores de consumo de energía, todos los aspectos teóricos y contextuales, también se intentará demostrar el aporte y alcances de dicho proyecto.

### **4.1 Análisis de la Situación Actual**

Quizá deba decirse que la conciencia de conservar energía deben tenerla mayormente los fabricantes de equipos y los dedicados a la ejecución de instalaciones. En efecto, se trata de componentes y sistemas que para funcionar consumen energía que, en muchos casos, manipulan y transforman. Por ello, parece natural que quien idea y proyecta tales elementos deba ser sensible a la conservación. El ahorro es, en cierta manera, un concepto económico y como tal va asociado al concepto tiempo. Un equipo consume tanta más energía cuanto más tiempo funciona. Energéticamente cuesta más dinero cuanto más tiempo funciona. En este sentido, pues, el ahorro debe ser una preocupación del usuario del equipo, del consumidor energético, el cual debe tener también la adecuada sensibilidad frente a la conservación de la energía.

La evaluación del ahorro energético en términos económicos deber hacerse siempre pasando primero por una estimación de ahorro en términos de unidades energéticas. Las unidades energéticas más empleadas en los estudios de ahorro de energía son el kilovatio-hora (kW-h), la kilocaloría (kcal). Haciendo uso de cualquiera de estas unidades (la que sea más adecuada) debe plantearse la situación energética actualmente considerada, es decir, la que se tiene en cuanto a consumo energético antes de aplicar una medida de ahorro energético. Con ello se valora el consumo actual. Naturalmente, la diferencia de consumos antes y después de la medida dará una idea del ahorro a obtener en términos energéticos Para conocer el verdadero

ahorro en términos económicos debe aplicarse a cada caso el coste económico de la unidad elegida a la tarifa vigente en cada caso. Esto es importante tenerlo presente cuando la medida de ahorro entraña un cambio de fuente energética (por ejemplo, al diversificar el uso de la energía pasando del empleo de electricidad al empleo de un combustible fósil), ya que los precios de la unidad de energía antes y después de la medida serán distintos según las tarifas a aplicar.

(Esquerra Pizà, 2009, p. 12-14).

El funcionamiento de la mejora que se pretende implementar es un medidor electrónico para llevar un monitoreo de corriente eléctrica en la unidad de tipo paquete de aire acondicionado, monitoreando desde un sitio web o a su vez mediante una pantalla digital instalada en la unidad. Para lograr dicha mejora se utilizará un microcontrolador arduino uno. El arduino se encargará de procesar los datos provenientes de los sistemas de medición en este caso un sensor de corriente AC no invasivo, a través de un módulo ethernet se podrá enviar al usuario las lecturas de energía consumida.

También el sistema a implementar contara con una base de datos que permitirá almacenar información en periodos de tiempo sobre la corriente eléctrica en la unidad tipo paquete de aire acondicionado, además de esto el sistema tendrá un servidor web de manera que el usuario pueda consultar la corriente eléctrica consumida en tiempo real y periodos de tiempos anteriores.

#### ***4.1.1 Análisis de Macro entorno***

Antes de acometer un programa de ahorro energético hay que conocer la situación real en lo que se refiere al consumo energético. El establecimiento de cualquier balance energético exige el conocimiento de valores exactos de determinadas variables. Por tanto, es preciso disponer de instrumentos de medida de exactitud adecuada que permitan conocer en cada momento la situación energética del proceso. A este fin debe disponerse de instrumentos fijos de medida en

puntos adecuados para obtener datos realmente representativos de la situación. Estos instrumentos deben o pueden ser de tipo fijo y, en general, servirán también para el control del propio proceso.

En general, los instrumentos de medida de control de proceso son del tipo de lectura instantánea, por lo que son de difícil aplicación a balances energéticos en situaciones variables en el tiempo. Es en estas situaciones cuando son indispensables los contadores o instrumentos registradores. En cualquier caso, sin embargo, es importante disponer de instrumentos de medida portátiles, de calidad adecuada a la precisión requerida, para contrastar los instrumentos fijos, y en ciertas ocasiones proceder a la realización de operaciones de ajuste y puesta en marcha, que deben hacerse de tiempo en tiempo para asegurar las buenas prestaciones de los sistemas consumidores de energía.

Los procedimientos de medida empleados deben ser seguidos con escurpulosidad tanto para asegurar la buena representatividad de las mediciones como la repetitividad de las mismas; de esta forma se puede asegurar que las conclusiones obtenidas en los estudios de ahorro van a resultar confirmadas en la realidad al aplicar las medidas recomendadas. (Esquerra Pizà, 2009, p. 19).

CIRWATT D: Medidor trifásico multifunción de altas prestaciones. Existen instalaciones en las que, debido al gran consumo o generación de energía, la precisión del medidor a instalar es un factor clave a tener en cuenta. CIRCUTOR ofrece la mejor opción para grandes consumidores, CIRWATT D es un medidor de alta precisión, medida en 4 cuadrantes con diferentes entradas/salidas y funciones especiales. Está especialmente diseñado para instalaciones en las que se requiera la facturación por contratos.

## Figura 1

*Medidor corriente: Cirwatt D*



*Fuente: (Contadores\_SP\_Cat.pdf, s. f.)*

CIRWATT B indirecto: es un medidor trifásico registrador y multitarifa de energía activa y reactiva. Como resultado de la constante evolución que se está dando en el mercado actual, es idóneo para suministros en Baja y Media Tensión, siendo la mejor solución para una gran variedad de instalaciones tales como: centros comerciales, industrias y zonas residenciales de alto consumo.

## Figura 2

*Medidor de corriente: Cirwatt B*



*Fuente: (Contadores\_SP\_Cat.pdf, s. f.)*

CIRWATT B directo: o es un medidor trifásico registrador y multitarifa de energía activa y reactiva. Como resultado de la constante evolución que se está dando en el mercado actual, es idóneo para aplicaciones trifásicas residenciales o industriales. Instalación sencilla, larga durabilidad y gran precisión en la medida son algunas de sus principales características

### Figura 3

*Medidor de corriente: Cirwatt B directo*



*Fuente: (Contadores\_SP\_Cat.pdf, s. f.)*

CIRWATT B tipo 101: El medidor CIRWATT B cumple las normativas existentes aplicables a medidores electrónicos, y dispone de un sistema autónomo de retención de datos que evita su pérdida frente a la ausencia de alimentación. Así mismo, permite la lectura a través del puerto óptico. Está diseñado especialmente para instalaciones donde los medidores electromecánicos no satisfacen las necesidades actuales, concretamente en aquellas en las que se precise un medidor monofásico de lectura de energía activa en una sola tarifa.

#### Figura 4

*Medidor de corriente: Cirwatt B tipo 101*



*Fuente: (Contadores\_SP\_Cat.pdf, s. f.)*

iEM3000 de Schneider Electric: este medidor proporciona una visión total del consumo de energía y de la generación in situ con medición total de cuatro cuadrantes de la energía activa y reactiva proporcionada y recibida. Además, las amplias mediciones en tiempo real (V, I, P, PF) ofrecen más información a los clientes sobre su uso energético, mientras que las múltiples tarifas proporcionan la flexibilidad necesaria para adaptar la estructura de sus facturas a su uso.

#### Figura 5

*Medidor de corriente: iEM3000 de Schneider Electric*



*Fuente: (A9MEM3155 | Medidor de energía Schneider Electric serie Acti 9 iEM3000, display LCD, con 10 dígitos, 1, 3 fases | RS Components, s. f.)*

#### ***4.1.2 Análisis de Microentorno***

Contador: es un aparato destinado a medir la energía consumida en un suministro. Los hay de varios tipos:

Contador de energía activa es un aparato destinado a medir la energía activa consumida en un suministro. Básicamente consta de dos bobinas, una de tensión y otra de intensidad, que hacen mover un disco metálico a una velocidad proporcional a la energía activa consumida en el circuito. El movimiento del disco se transmite a un integrador que indica los kWh consumidos. Como todos los aparatos de medida, está contenido en una envolvente que lo protege y que puede ser precintada, unos bornes, también precintables, donde se conectan los cables y debe tener una placa que indique las características del aparato.

Contador de energía reactiva es un aparato destinado a medir la energía reactiva demandada por un suministro. Tiene, básicamente, los mismos componentes que un contador de energía activa.

Contador electrónico es un contador que, en vez de las bobinas de tensión e intensidad, tiene unos circuitos electrónicos que emiten una señal proporcional a la energía consumida. Esta señal se guarda en una memoria electrónica. No tiene partes móviles y suele ser más sencillo de colocar.

Contador inteligente se llaman contadores inteligentes a los contadores electrónicos que, además de ser capaces de medir la energía en varios períodos horarios, pueden controlar la potencia demandada y están integrados en el sistema de telemedida y telegestión del distribuidor.

Contador de prepago es un contador que, para funcionar, necesita que le introduzcan monedas o una tarjeta. Tiene un mecanismo por el que va descontando del crédito el importe de

la energía que se consume. Cuando el crédito llega a cero, se desconecta la instalación.(Cornejo, 2015, pp. 93-94)

Proyecto “Contador inteligente creado por la Facultad de Ingeniería UNAH” a través de la Facultad de Ingeniería, tiene listo para su producción en masa un prototipo inteligente de medición de energía más eficiente y de menor costo a los que son utilizados actualmente por la Empresa Nacional de Energía Eléctrica (ENEE) y Empresa Energía Honduras (EEH).

“El prototipo consiste un contador inteligente, el cual mide el consumo energético de las casas, este se conecta a la red de internet de los hogares para que la propia empresa de energía eléctrica pueda ver el consumo eléctrico, al igual que el usuario, y de esa forma poder cobrar lo que es justo. El proyecto tiene la facilidad de leer el consumo de energía mediante un indicador de pantalla que muestra en lempiras lo que debe pagar el cliente. La visión de sus creadores es producirlo a gran escala y que se convierta en un producto que pueda llegar a solventar ciertas necesidades del país y sobre todo mejorar la confianza de los consumidores. El prototipo está en la Facultad de Ingeniería y fue creado por los ingenieros: Fernando Alí, Joan Vega, Alonso Licona y Manuel Ordóñez.” (Tecnología, s. f.)

### **Figura 6**

*Contador inteligente creado por la Facultad de Ingeniería UNAH*



*Fuente: (Tecnología, s. f.)*

### 4.1.3 Análisis interno

Actualmente se cuenta con una central de medida PowerLogic PM5100 instalada en área de panel eléctrico de energía, la cual tiene como objetivo medir el consumo de corriente eléctrica de la planta de producción y parte de oficinas administrativas, sin embargo, no monitorea el consumo de corriente eléctrica en la unidad de tipo paquete de aire acondicionado.

#### Figura 7

*Central de medida PowerLogic PM5100*



*Fuente: (METSEPM5100 - Central de medida PM5100 CI0.5 | Schneider Electric Chile, s. f.-a)*

Este sistema PM5100 no cuenta con el monitoreo remoto de corriente eléctrica, lo que provoca no llevar un control preciso de ahorro energético de la empresa, también como desventaja este sistema implica el recurso humano moviéndose al sitio y verificar las mediciones correspondientes de equipo industrial de planta y oficinas administrativas. La unidad tipo paquete de aire acondicionado no está conectada con el sistema PM5100 lo que provoca no monitorear la corriente eléctrica de la unidad y esto a su vez implica el traslado del personal técnico al sitio de ubicación de la unidad y realizar medidas correspondientes de manera manual.

Por este motivo surge la necesidad de implementar este proyecto de un sistema de medición y monitoreo de corriente eléctrica y de esta manera tener un ahorro energético de la unidad, llevando controles precisos.

El medidor de energía eléctrica o contador eléctrico es el instrumento de medición, con fines comerciales, más difundido en el mundo. Se trata de un dispositivo que mide la corriente eléctrica de un circuito o un servicio eléctrico.

Clasificación según sus características constructivas:

- ✓ Medidores electromecánicos: o medidores de inducción, compuesto por un conversor electromecánico (básicamente un wattímetro con su sistema móvil de giro libre) que actúa sobre un disco, cuya velocidad de giro es proporcional a la potencia demandada, provisto de un dispositivo integrador.
- ✓ Medidores electromecánicos con registrador electrónico (HÍBRIDO): el disco giratorio del medidor de inducción se configura para generar un tren de pulsos (un valor determinado por cada rotación del disco, por ejemplo 5 pulsos) mediante un captador óptico o magnético que censa marcas grabadas en su cara superior. Estos pulsos son procesados por un sistema digital el cual calcula y registra valores de energía y de demanda. El medidor y el registrador pueden estar alojados en la misma unidad o en módulos separados.
- ✓ Medidores totalmente electrónicos: (o de estado sólido) la medición de energía y el registro se realizan por medio de un proceso analógico-digital (sistema totalmente electrónico) utilizando un microprocesador y memorias. A su vez, de acuerdo a las facilidades implementadas, estos medidores se clasifican como:

- Medidores de demanda: miden y almacenan la energía total y una única demanda en las 24 hs. (un solo período, una sola tarifa).
- Medidores multitarifa: miden y almacenan energía y demanda en diferentes tramos de tiempo de las 24 hrs. a los que le corresponden diferentes tarifas (cuadrantes múltiples). Pueden registrar también la energía reactiva, factor de potencia, y parámetros especiales adicionales.

En la actualidad la energía eléctrica es uno de los principales factores que riga la vida moderna y los sistemas de medición de energía juegan un papel preponderante en la relación económica entre las Empresas Generadoras, Transmisoras y Distribuidoras de Energía y los Consumidores. Por ello deben verificarse en forma periódica mediante sistemas de ensayo los que están conformados por equipos de inyección de corriente y tensión y medidores de energía patrones. (*Medicion\_Electronica\_Energia-Bravo.pdf*, s. f.)

Hay medidores globales que pueden conectarse a nuestro PC y a Internet mediante un USB, lo que permite descargar los datos de consumo y usar un software propio para ver los consumos en la pantalla de este, en el móvil, etc. Al estar conectados directamente a la instalación, no hacen una medición aparato por aparato. Pero para saber más o menos el consumo por secciones, es tan sencillo como ponernos delante del cuadro eléctrico, desconectar todas las fases -que no la casa en sí- e ir encendiendo fase por fase -la cocina, el salón, la habitación y el baño- para hacerse una idea de lo que consumen los aparatos conectados en cada una de ellas. («Cómo controlar la energía eléctrica que gasta cada aparato de tu casa», 2017)

## 4.2 Teorías

Sánchez Hernández (2017) afirma que:

Cualquier sistema de control, y los domóticos e inmóticos no son una excepción, responden a un sistema básico de funcionamiento, en el que el sistema de control recibe información de los elementos sensores, el controlador, o los controladores tratan esa información, y actúa sobre el edificio a través de los actuadores, en función de las órdenes que los usuarios le facilitan.

### 4.2.1 Teorías de Sustento

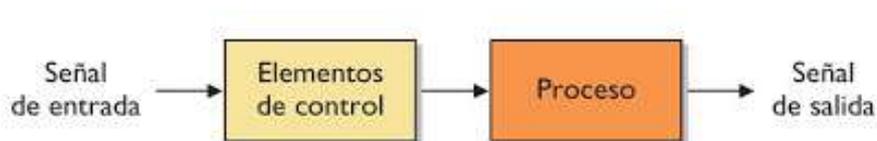
Sistema de Control se podría decir que es el nombre clave que más se utiliza para describir la integración de hardware y software el cual proveerá de información en tiempo real. Algunos de estos sistemas son muy complejos:

**4.2.1.1 Tipos de Sistemas de Control.** Estos sistemas por lo general se dividen en dos tipos:

**4.2.1.1.1 Sistemas de Lazo Abierto.** En este tipo no existe información o retroalimentación sobre la variable a controlar. Es decir, la salida no depende en absoluto de la entrada. Se utiliza entonces en procesos y dispositivos en donde la variable es predecible y admite un margen de error amplio. (Gandhi, 2019)

### Figura 8

*Sistema de control lazo abierto*

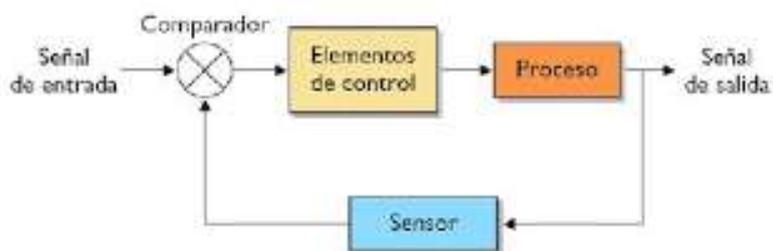


*Fuente:* (TECNOLOGIA!: TIPOS DE SISTEMAS DE CONTROL., 2016)

**4.2.1.1.2 Sistemas de Lazo Cerrado.** Contrario al caso anterior, en este tipo de sistema de control sí hay información sobre la variable, incluso retroalimentación sobre los estados que va tomando. La información sobre la variable se obtiene mediante el uso de sensores que son colocados de forma estratégica. Los sensores hacen posible que el proceso sea completamente autónomo. (Gandhi, 2019)

### Figura 9

*Sistema de control lazo cerrado.*



*Fuente:* (TECNOLOGIA!: TIPOS DE SISTEMAS DE CONTROL., 2016)

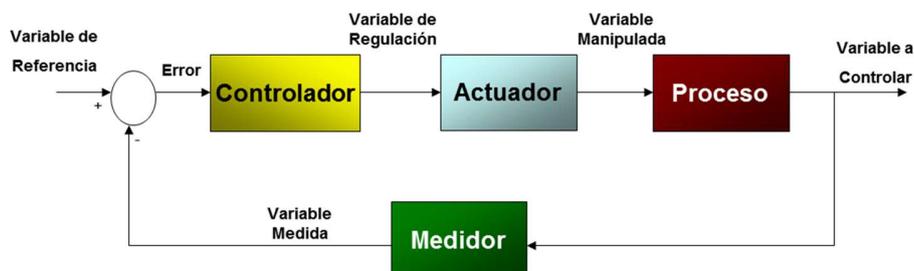
**4.2.1.2 Elementos de un Sistema de Control.** Leal (2018) Los Sistemas de Control surgen por la necesidad que ha tenido el hombre a lo largo de la historia de mejorar su estándar de vida, buscado que las tareas que se realizaban en forma manual se pudieran realizar sin la intervención directa de la mano del hombre.

En conclusión, todo sistema de control, desde un pequeño lazo de una variable hasta un sistema multivariable complejo, se simplifica a sus cuatro elementos fundamentales: el proceso, el medidor, controlador y actuador.

Leal (2018) afirma: “Generalmente, los elementos físicos que se agregan al proceso para transformarlo en un sistema son llamados instrumentos, y, por lo tanto, las áreas de Instrumentación y Control están íntimamente ligadas en la implementación de sistemas de control y automatismos” (p. 1).

**Figura 10**

*Elementos de un sistema de control.*



*Fuente:* (Industriasgsl.com / Venta de Suministros Industriales, s. f.) (2020).

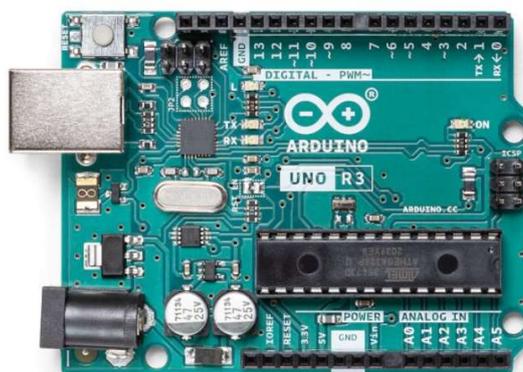
#### **4.2.2 Conceptualización**

En esta parte hablaremos sobre los de componentes que se utilizarán para la creación del medidor de corriente eléctrica.

**4.2.2.1 Arduino** Es una plataforma de desarrollo basada en una placa electrónica de hardware libre que incorpora un microcontrolador re-programable y una serie de pines hembra. Estos permiten establecer conexiones entre el microcontrolador y los diferentes sensores y actuadores de una manera muy sencilla (principalmente con cables dupont).

**Figura 11**

*Arduino Uno*

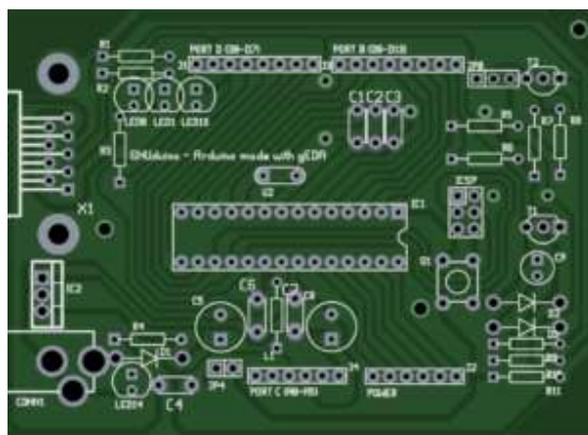


*Fuente:* (Arduino Uno Rev3, s. f.)

Una placa electrónica es una PCB (“Printed Circuit Board”, “Placa de Circuito Impreso” en español). Las PCBs superficies planas fabricadas en un material no conductor, la cual consta de distintas capas de material conductor. Una PCB es la forma más compacta y estable de construir un circuito electrónico. Por lo tanto, la placa Arduino no es más que una PCB que implementa un determinado diseño de circuitería interna. De esta forma el usuario final no se debe preocupar por las conexiones eléctricas que necesita el microcontrolador para funcionar, y puede empezar directamente a desarrollar las diferentes aplicaciones electrónicas que necesite.

## Figura 12

*PCB de un Arduino UNO*



*Fuente:* (¿Qué es Arduino?, 2014)

Cuando hablamos de “Arduino” deberíamos especificar el modelo concreto. Se han fabricado diferentes modelos de placas Arduino oficiales, cada una pensada con un propósito diferente y características variadas (como el tamaño físico, número de pines E/S, modelo del microcontrolador, etc). A pesar de las varias placas que existen todas pertenecen a la misma familia (microcontroladores AVR marca Atmel). Esto significa que comparten la mayoría de sus características de software, como arquitectura, librerías y documentación.

Arduino Nació en el año 2005 el Instituto de Diseño Interactivo de Ivrea (Italia). Arduino apareció por la necesidad de contar con un dispositivo para utilizar en aulas que fuera de bajo coste. La idea original fue, fabricar una placa para uso interno de la escuela.

Sin embargo, el instituto se vio obligado a cerrar sus puertas precisamente en 2005. Ante la perspectiva de perder todo el proyecto Arduino en el proceso, se decidió liberarlo y abrirlo al público para que todo el mundo pudiese participar en la evolución del proyecto, proponer mejoras y sugerencias. (*¿Qué es Arduino?*, 2014)

### Figura 13

*Diferentes tipos de modelos de placas Arduino*



*Fuente: (¿Qué es Arduino?, 2014)*

Arduino Uno es el cerebro de todo el proyecto es quien se encargará de tomar lecturas del sensor y procesar estas señales para poder verlas en el display, el terminal serial, el control del escudo ethernet, y proveerá de la alimentación a todo el circuito.

Arduino Uno es una placa de microcontrolador basada en el ATmega328P. Tiene 14 pines de entrada/salida digital (de los cuales 6 se pueden usar como salidas PWM), 6 entradas analógicas, un resonador cerámico de 16 MHz (CSTCE16M0V53-R0), una conexión USB, un conector de alimentación, un cabezal ICSP y un botón de reinicio. Contiene todo lo necesario para soportar el microcontrolador; simplemente conéctelo a una computadora con un cable USB o enciéndalo con un adaptador de CA a CC o una batería para comenzar.

**4.2.2.2 Escudo Shield Ethernet.** El módulo Arduino Shield Ethernet permite a una placa Arduino conectarse a internet. Se basa en el chip de ethernet Wiznet W5100. El chip Wiznet W5100 ofrece una red (IP) capaz de usar TCP y UDP. Soporta hasta cuatro conexiones de socket simultáneas. El escudo de Ethernet se conecta a una placa Arduino usando largas cabeceras wire-wrap que se extienden a través del escudo. Esto mantiene la disposición de las clavijas intacto y permite que otro escudo pueda ser apilado en la parte superior.

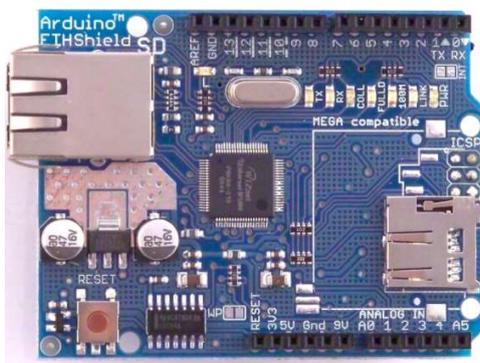
El módulo Arduino Shield Ethernet tiene una conexión RJ-45 estándar, con un transformador de línea integrado.

Tiene una ranura para tarjetas micro-SD, que se puede utilizar para almacenar archivos para servir a través de la red.

Este escudo ethernet será necesario, para subir datos al servidor web y también para mostrar datos en nuestra red local, sólo debemos abrir algún navegador web y escribir la ip que allá asignado nuestro router, eso lo podemos ver en el terminal serial.

## Figura 14

### *Escudo Shield Ethernet*



*Fuente:* (Ahedo, s. f.)

**4.2.2.3 Sensores SCT-013.** Los sensores de la serie SCT-013 son sensores que trabajan como transformadores, la corriente que circula por el cable que deseamos medir actúa como el devanado primario (1 espira) e internamente tiene un devanado secundario que dependiendo del modelo pueden tener hasta más de 2000 espiras.

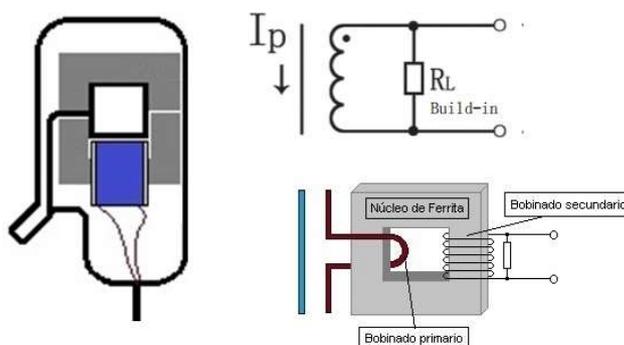
La cantidad de espiras representa la relación entre corriente que circula por el cable y la que el sensor nos entrega, esta relación o proporción es la que diferencia entre los diferentes modelos de sensores SCT-013, adicionalmente pueden tener una resistencia de carga en la salida de esta forma en lugar de corriente se trabaja con una salida voltaje.

A este tipo de sensores se los conoce como Sensores CT (Current transformers), por el núcleo solo debe de atravesar una sola línea, si se pasa por ejemplo los dos cables de una conexión monofásica, la lectura será 0, puesto que los cables tienen corrientes opuestas.

Una ventaja de SCT-013 es que no se necesita interrumpir (cortar o desempalmar) el cable que vamos a medir, esto porque al igual que una pinza amperimétrica tiene el núcleo partido.

## Figura 15

Diagrama interno SCT-013



Fuente: (Tutorial sensor de corriente AC no invasivo SCT-013, s. f.)

El sensor SCT-013-000 se usará para este proyecto, este sensor permite medir corriente alterna de hasta 100A, se instala de forma sencilla como una pinza alrededor de un cable conductor.

Los transformadores de corriente (CTs) son sensores utilizados para la medición de corriente alterna. Son particularmente útiles para medir el consumo o generación de electricidad de todo un edificio u hogar.

## Figura 16

Sensor SCT-013-000



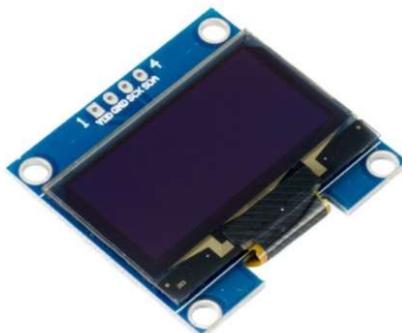
Fuente: (Sensor de Corriente AC 100A no invasivo - SCT-013-000, s. f.)

**4.2.2.4 Display Oled SH1106.** Se trata de un módulo de pantalla OLED monocromática DE 128×64 puntos con interface I2C. Que presenta varias ventajas en comparación con pantallas LCD, y podemos destacar su alto brillo, un muy buen contraste, un ángulo de visión más amplio, y bajo consumo de energía. ES compatible con Arduino Raspberry Pi y microcontroladores PIC entre otros. Trabaja con niveles lógicos de 3.3V a 5V tiene un angulo de visión mayor a los 160 grados. el Tamaño de la pantalla es de 1,3 pulgadas. Se alimenta con un voltaje de 3.3V a 5V Se lo puede usar en aplicaciones como relojes inteligentes, MP3, termómetros, instrumentos, y proyectos varios, etc.

Pequeña y magnífica pantalla OLED de 128\*64 píxeles, perfecta para mostrar espectaculares gráficos en equipos portátiles. Para manejar la pantalla Oled es necesario utilizar un microcontrolador con al menos 1K de RAM, este espacio cumple la función de buffer para el display. El driver de la pantalla es el SH1106 (similar al SD1306), con una librería lista para usarse en Arduino.

#### **Figura 17**

*Display Oled SH1106*



*Fuente:* (Display Oled 1.3" I2C 128\*64 SH1106, s. f.)

## V. Metodología

Esta parte del proceso incluye la aplicación de un método científico o experimental, cuyo objetivo principal es generar, aclarar o comprobar cierta información relacionada a un tema en específico.

### 5.1 Congruencia Metodológica

Como su nombre lo indica una congruencia metodológica permite conocer el grado de congruencia que tienen los diferentes elementos definidos para una investigación o proyecto.

#### 5.1.1 Matriz Metodológica

Es una estrategia metodológica valiosa que permite al investigador diseñar de forma general el proceso investigativo que va a emprender. Garantiza que cada uno de los componentes que están involucrados en la investigación, se correlacionen entre sí, es decir, que haya congruencia horizontal y vertical entre los elementos medulares de la investigación.

Permite una secuencia lógica, de manera que cada elemento investigativo para que el tema, problema, objetivos, categorías de análisis, análisis de los datos, conclusiones y recomendaciones mantengan correlación y realmente den un aporte científico valioso, pertinente y viable en el campo educativo. (*matriz\_metodologica.pdf*, s. f.)

**Tabla 1***Matriz de Congruencia*

Descripción del Proyecto	Marco Teórico	Objetivo General del Proyecto	Objetivos Específicos del Proyecto	Preguntas de Investigación
Proyecto consiste en un sistema de medición y monitoreo de corriente eléctrica para unidad de aire acondicionado accediendo a un servidor web o por medio de una pantalla digital instalada en la unidad, a un costo económico muy bajo. También con este proyecto se evitaría que personal técnico se traslade al sitio donde se ubicada la unidad y tome las mediciones de manera manual.	En esta parte se conocen todos los tipos de microcontroladores que se podrían utilizar para esta implementación, sus principios de funcionamiento, estructura interna, sus características principales y sus beneficios.	Determinar qué elementos son necesarios para el desarrollo e implementación de un sistema de medición y monitoreo de corriente eléctrica para unidad de aire acondicionado y pantalla digital	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Desarrollar la fabricación de un prototipo de medición y monitoreo de corriente eléctrica para unidad de aire acondicionado que sea capaz de mostrar los resultados en tiempo real de manera remota y en una pantalla digital.</li> <li>2. Determinar que microcontrolador será el más adecuado para el desarrollo del proyecto.</li> <li>3. Realizar el análisis del medidor tenga la opción de almacenar los datos de las mediciones para posteriores análisis</li> <li>4. Realizar medidor de corriente eléctrica, que transmita los datos de forma remota por medio un módulo ethernet.</li> </ol>	<p>¿Qué elementos son necesarios para el desarrollo e implementación de un sistema de medición y monitoreo de corriente eléctrica para unidad de aire acondicionado?</p> <p>¿Qué microcontrolador será el más adecuado para el desarrollo del proyecto?</p> <p>¿Qué sensor es el más indicado para la medición?</p> <p>¿Se podrá diseñar una programación que cubra todas las condiciones de trabajo que puedan existir?</p> <p>¿Qué se necesita para implementar una pantalla de monitoreo?</p>

*Fuente propia: Rodríguez (2022)*

### **5.1.2 Operacionalización de las Variables**

Es el proceso de llevar una variable del nivel abstracto a un plano concreto, operacionalizar una variable es hacerla medible.

Por qué deben definirse las variables:

- ✓ Para que otro investigador les dé el mismo significado a los términos de una Hipótesis.
- ✓ Para comparar nuestra investigación con otras similares
- ✓ Para evaluar adecuadamente los resultados de nuestra investigación.

Pasos:

- a) Definición de la variable.
- b) Determinar las dimensiones de la variable.
- c) Establecer los indicadores y sub-indicadores necesarios.

#### **5.1.2.1 Importancia de la Operacionalización de Variables.**

Tiene su importancia en la posibilidad que un investigador poco experimentado pueda tener la seguridad de no perderse o cometer errores que son frecuentes en un proceso investigativo, cuando no existe relación entre la variable y la forma en que se decidió medirla, perdiendo así la validez (grado en que la medición empírica representa la medición conceptual).

#### **5.1.2.2 Operacionalización de Variables.**

Algunas variables son tan concretas, o de igual significado en el ámbito mundial, que no requieren operacionalización, por ejemplo: el sexo de los individuos, los colores del semáforo como señal de tránsito, la ubicación o estructura de órganos en el cuerpo humano, entre otros.

## **5.2 Enfoque y Método**

“En pocas palabras el método es el camino empleado o proceso realizado para lograr los objetivos, mientras el enfoque es el punto de vista o perspectiva con que se ve determinada la cuestión o problema” (Manhaes, 2006).

### ***5.2.1 Enfoque Utilizado***

Enfoque Mixto: Consiste en la integración de los métodos cuantitativo y cualitativo, a partir de los elementos que integran la implementación del proyecto.

### ***5.2.2 Método Utilizado***

Método Científico: Procedimiento riguroso y lógico que permite la adquisición de conocimiento objetivo a partir de la explicación de fenómenos, de crear relaciones entre hechos y declarar leyes.

## **5.3 Diseño de la Investigación**

El diseño de la investigación como antes se menciona, va a ser con un enfoque mixto, y en el cual no se tomará ninguna población ni muestra como objetivo de análisis, ya que en esta ocasión la investigación no lo requiere.

### ***5.3.1 Unidad de Análisis y de Respuesta***

Analizar los componentes necesarios para esta implementación, cualidades y alcances, como ser tipo de microcontrolador, cantidad de entradas, cantidad de salidas, la marca, ya que en esto tiene mucho que ver por el software que va a utilizar para programarlo, capacidad de expansión, tipo de comunicación, etc, así como también el tipo de medidor de corriente, el tipo de montaje, y todas sus características de trabajo.

## 5.4 Técnicas e Instrumentos Aplicados

Las técnicas conforman los procedimientos concretos que el investigador utiliza para lograr información. Estos son globales y generales, las técnicas son específicas y tienen un carácter práctico y operativo, se subordinan a un método y éste a su vez es el que determina qué técnicas se van a usar. Aunque el método y la técnica se encuentran íntimamente ligados no se identifican, pues ambos se complementan y son necesarias en la investigación.

“Las técnicas constituyen el conjunto de mecanismos, medios o recursos dirigidos a recolectar, conservar, analizar y transmitir los datos de los fenómenos sobre los cuales se investiga. Por consiguiente, las técnicas son procedimientos o recursos fundamentales de recolección de información, de los que se vale el investigador para acercarse a los hechos y acceder a su conocimiento.” (Framirez, 2015)

El instrumento de medición: es el recurso que utiliza el investigador para registrar información o datos sobre las variables que tiene en mente: puede registrar la FC en un monitor o tomar la FC con estetoscopio y un reloj. La función de la medición es crear un vínculo entre el mundo real y el conceptual. (*Recolección de datos | Metodología de la investigación para el área de la salud, 2e | AccessMedicina | McGraw Hill Medical, s. f.*)

### 5.4.1 Instrumentos

La técnica que se empleó en este proceso mixto fue, la de observación, la cual incluye instrumentos como la lista de coincidencias y guía de observación, en general se analizan las características de una lista de equipos, y también los alcances que tendríamos con dichos equipos, así como también el factor de inversión, estas técnicas e instrumentos pueden utilizarse tanto en el paradigma positivista (Cuantitativo) como en el cualitativo.

#### **5.4.2 Unidad de Análisis y de Respuesta**

En esta parte se estudia los diferentes dispositivos de microcontrolador y medidores de corriente, disponibles en el mercado, y se llega a la conclusión que se utilizará un dispositivo microcontrolador Arduino y el modelo que se utilizara es Arduino Uno. Este arduino es de gama básica, todas las shields están diseñadas para usarse sobre esta placa. Cuenta 14 pines entradas/salidas digitales de las cuales 6 se pueden usar como PWM, además cuenta con 6 entradas analógicas, además cuenta con I2C, SPI, además de un módulo UART. Se usará el medidor de corriente SCT-013-000. Este sensor SCT-013-000 permite medir corriente alterna de hasta 100A.

#### **5.5 Fuentes de Información**

En una investigación, hablamos de fuentes de información o fuentes documentales para referirnos al origen de una información determinada, es decir, el soporte en el cual encontramos información y el cual podemos referir a terceros para que, a su vez, la recuperen para sí mismos. Las fuentes de información pueden ser de muy diverso tipo y pueden brindar datos más o menos fidedignos, lo cual influirá de manera decisiva y determinante en los resultados que vayamos a obtener. Investigar es obtener información, y saber investigar es, por ende, saber cómo recoger la información del modo más confiable posible. («Fuentes de Información - Concepto, tipos, ejemplos, confiabilidad», s. f.)

##### **5.5.1 Fuentes Primarias**

Las fuentes primarias son aquellas más cercanas posible al evento que se investiga, es decir, con la menor cantidad posible de intermediaciones. Por ejemplo, si se investiga un accidente automovilístico, las fuentes primarias serían los testigos directos, que observaron la acción ocurrir. En cambio, si se investiga un evento histórico, la recopilación de testimonios

directos sería una fuente primaria posible. («Fuentes de Información - Concepto, tipos, ejemplos, confiabilidad», s. f.)

En este caso para la implementación del proyecto se utilizó como fuentes primarias algunos libros, bibliotecas virtuales, revistas científicas y artículos relacionados con el tema de medidores de energía.

### **5.5.2 Fuentes Secundarias**

Las fuentes secundarias, en cambio, se basan en las primarias y les dan algún tipo de tratamiento, ya sea sintético, analítico, interpretativo o evaluativo, para proponer a su vez nuevas formas de información. Por ejemplo, si se investiga un evento histórico, las fuentes secundarias serían aquellos libros escritos al respecto tiempo después de ocurrido lo ocurrido, basándose en fuentes primarias o directas. Si lo que se investiga, como en el ejemplo anterior, es un accidente, entonces un resumen de los testimonios de los testigos, escritos por la policía, constituye una fuente secundaria. («Fuentes de Información - Concepto, tipos, ejemplos, confiabilidad», s. f.)

Se utilizaron páginas web como la arduino, y de algunos proveedores en el área, para ver las especificaciones de sus productos, como ser C&D tecHNologia, también artículos anteriores relacionados a proyectos de medidores de energía eléctrica.

## **5.6 Limitantes del Proyecto**

Una de las limitantes a la hora de empezar el proyecto fueron en relación con la conexión a red que se necesitaría para la transmisión de datos al servidor web del medidor, y que esta fuera aceptada por el gerente IT, ya que en Lear Corporation la red interna es un tema muy delicado y los accesos a ella son muy restringido.

### **5.7 Limitantes de la Investigación**

Las limitaciones de un proyecto pueden ser aquellas características del diseño o metodología que afectan la interpretación de los resultados. Están ligadas con restricciones e imprevistos. También pueden derivarse del método utilizado para establecer la validez interna y externa o de desafíos que surgen durante el desarrollo del proyecto. («Fuentes de Información - Concepto, tipos, ejemplos, confiabilidad», s. f.)

Una de las mayores limitaciones fue en la parte metodológica, ya que no fue fácil encontrar estudios previos, citar trabajos de investigación anteriores forma la base de la revisión de la literatura y ayuda a comprender las limitaciones en el proyecto que se está ejecutando, dependiendo de la actualidad o alcance.

## 5.8 Cronología de Trabajo

Aquí podemos ver reflejado el tiempo invertido en cada una de las actividades que conlleva esta investigación e implementación del proyecto.

**Tabla 2**

*Cronograma de actividades realizadas durante el proceso*

Número	Actividad	Duración	Comienzo	Fin
1	Primera Reunión, explicación sobre trabajo a realizar, métodos de trabajo, horarios de revisión, indicaciones	4 días	24/01/22	28/01/22
2	Discusión de Idea de Proyecto	8 días	28/01/22	04/02/22
3	Entrega de Formulario de Descripción de Proyecto	3 días	05/02/22	08/02/22
4	Entrega desde el inicio hasta la introducción corregido.	4 días	08/02/22	12/02/22
5	Entrega de los capítulos 2, 3 y 4.	12 días	12/02/22	24/02/22
6	Elaboración de los capítulos 5 y 6	18 días	24/02/22	14/03/22
7	Entrega de la Viabilidad del proyecto	10 días	14/03/22	24/03/22
8	PRIMER AVANCE CAPITULO 8, SECCION 8.1	35 días	24/03/22	13/05/22
9	SEGUNDO AVANCE CAPITULO 8, SECCION 8.2	10 días	13/05/22	23/05/22
10	TERCER AVANCE CAPITULO 8, SECCION 8.3	29 días	23/05/22	22/06/22
11	INFORME FINAL	4 días	22/06/22	26/06/22
12	PROYECTO DE MEJORA / PROTOTIPO	4 días	26/06/22	30/06/22

*Fuente propia: Rodríguez (2022)*

Figura 18

Diagrama de Gantt.



Fuente propia: Rodríguez (2022)

## **VI. Resultados y Análisis**

El análisis de resultados es la parte final y conclusiva de una investigación; en él vamos a procesar toda la información que ha ido apareciendo en nuestro estudio, a intentar presentarla de manera ordenada y comprensible y a intentar llegar a las conclusiones que estos datos originan.

### **6.1 Elementos Necesarios Para la Creación e Implementación de un medidor de corriente.**

En base a los estudios realizados y proyectos similares antes vistos, se determina que, para implementar un sistema de medición y monitoreo de corriente eléctrica para unidad de aire acondicionado, será necesario contar con ciertos elementos, como ser:

- ✓ Un microcontrolador Arduino uno
- ✓ Un escudo ethernet
- ✓ Sensor SCT-013-000
- ✓ Display Oled Sh1106
- ✓ Amplificador Operacional LM358
- ✓ Cables Dupont
- ✓ Cable De Red

### **6.2 Resultado de Selección del Sensor para el medidor de corriente.**

Se llama corriente eléctrica al flujo de carga eléctrica a través de un material conductor, debido al desplazamiento de los electrones que orbitan el núcleo de los átomos que componen al conductor. Este movimiento de partículas se inicia una vez que en los extremos del conductor se aplica una tensión externa, como una batería, por ejemplo. Esta tensión genera un campo eléctrico sobre los electrones que, al poseer carga negativa, se ven atraídos hacia la terminal positiva.

Según el Sistema Internacional (SI), esta intensidad se mide normalmente en Culombios por segundo (C/s), lo que equivale a un amperio (A), unidad básica en el campo de la electricidad y de uso común, que obtiene su nombre del físico francés André-Marie Ampère. Para medir la intensidad de la corriente eléctrica se emplea un galvanómetro o amperímetro. («Corriente Eléctrica - Concepto, intensidad, tipos y efectos», s. f.)

Para la implementación del proyecto se usará el sensor SCT-013-000 que permite medir corriente alterna de hasta 100A, se instala de forma sencilla como una pinza alrededor de un cable conductor. Los transformadores de corriente (CTs) son sensores utilizados para la medición de corriente alterna. Son particularmente útiles para medir el consumo o generación de electricidad de todo un edificio u hogar. Funcionan como transformadores por el principio físico de inducción electromagnética.

### **6.3 Resultado de la Selección del Microcontrolador**

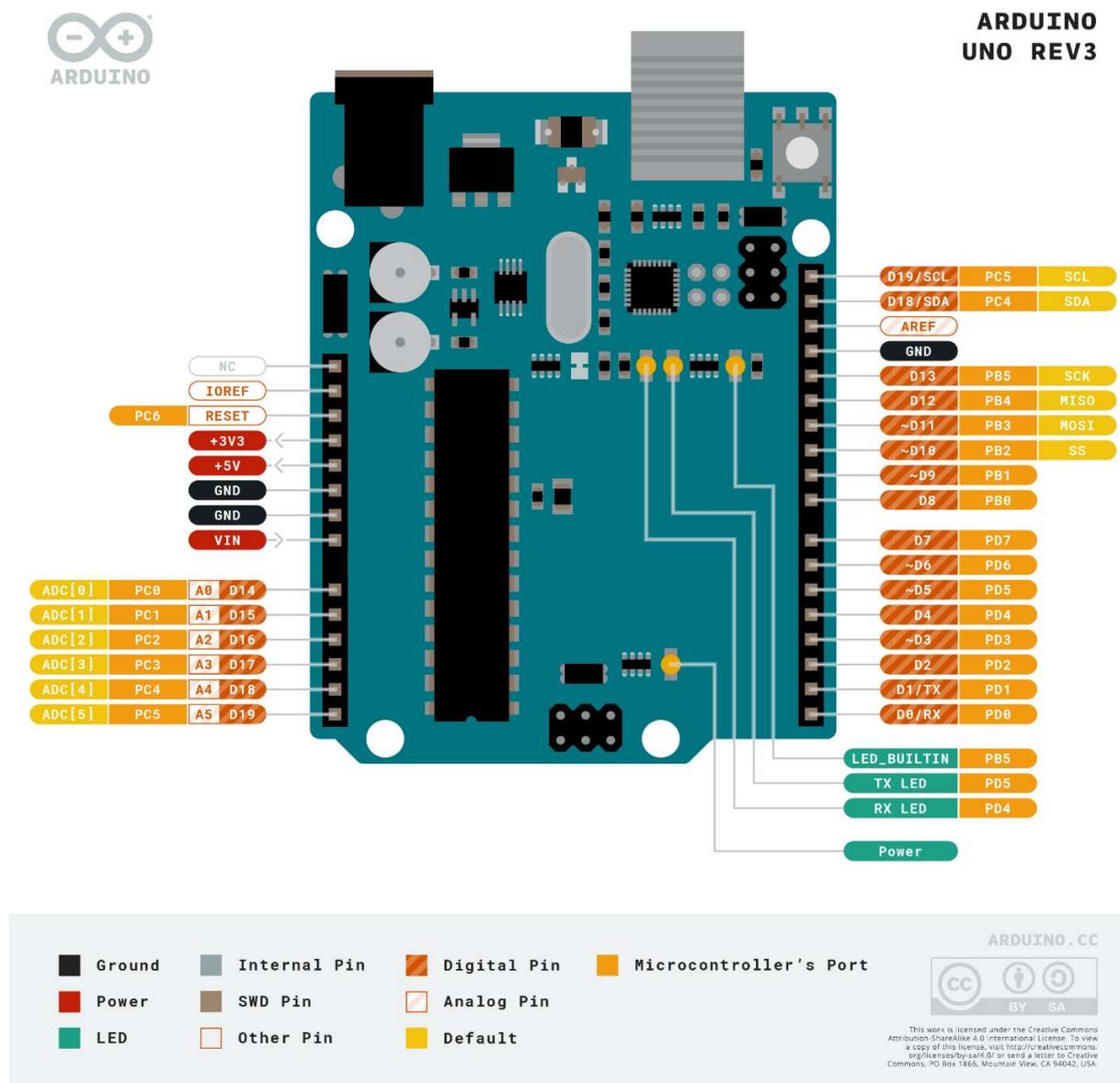
Se decidió optar por el uso del microcontrolador arduino uno, resultado ser la opción ideal cuando se trata de realizar tareas de medición de manera precisa y eficiente, a un precio económico muy bajo. Cuentan con una amplia gama de funciones tecnológicas integradas, así como un diseño especialmente compacto y que ahorra costo.

Tiene 14 pines de entrada/salida digital (de los cuales 4 pueden ser utilizados para salidas PWM), 6 entradas análogas, un resonador cerámico de 16 MHz, un conector para USB tipo hembra, un Jack para fuente de Poder, un conector ICSP y un botón reset.

Tiene todo lo necesario para manejar el controlador, simplemente conectamos al computador por medio del cable USB o una fuente de poder externa, que puede ser un adaptador AC-DC o una batería.

Figura 19

Conexión de Arduino Uno



Fuente: (¿Cuál es la tierra de Arduino?, s. f.)

## 6.4 Descripción del Sistema

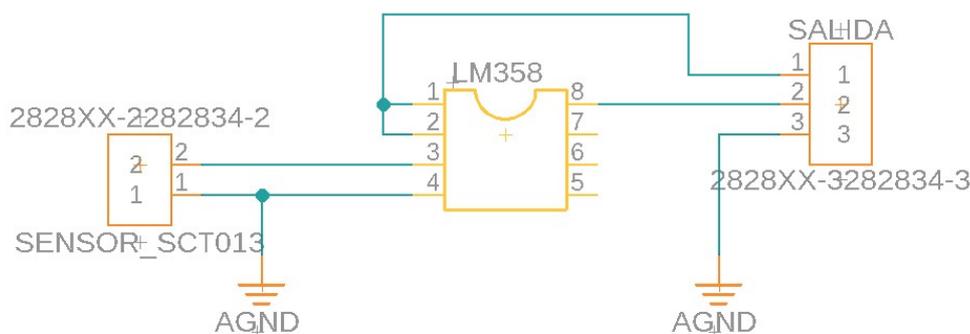
La medición de la corriente se podrá hacer sin tener que abrir el circuito, porque el sensor SCT-013-000 es muy similar a una pinza amperométrica. Hay que tener en cuenta que sólo se debe pasar uno de los cables para hacer la medición, porque si pasa los dos conductores se obtendrá una lectura errónea. El circuito es muy simple de montar, se debe montar el escudo ethernet arriba de un arduino uno.

Se usará el Display Oled Sh1106 para visualizar en todo momento la corriente consumida y la potencia. El LM358 es un amplificador operacional, cuya función es la rectificación de la onda alterna que genera el sensor SCT-013-000, esta onda no es apta para el pin analógico A0 del arduino, porque este pin soporta tensiones que van desde 0 a 5 voltios.

El semi-ciclo negativo puede dañar el microcontrolador arduino, por lo que debe eliminar, esto se podría conseguir con diodos rectificadores pero los diodos de silicio provocan una caída de tensión de 0.7 voltios y los de germanio de 0.6 voltios, esto es demasiado para la señal que entrega el sensor de corriente SCT-013-000, así que se usará un amplificador operacional el LM358 en su configuración como seguidor de tensión.

### Figura 20

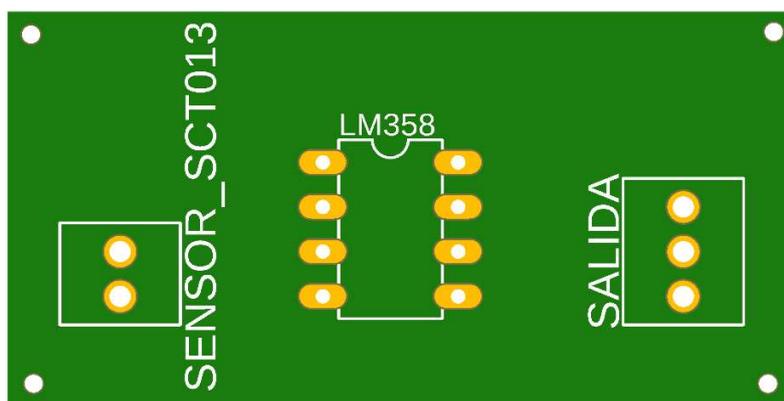
*Configuración LM358 como seguidor de tensión*



*Fuente:* (Tutorial sensor de corriente AC no invasivo SCT-013, s. f.)

### Figura 21

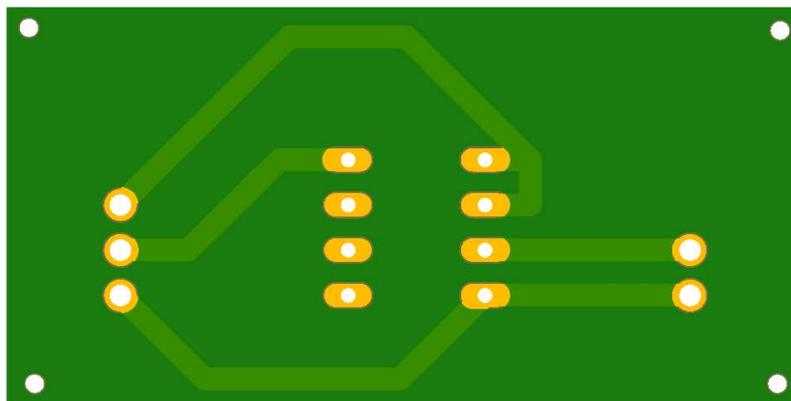
*Mascara componentes circuito LM358*



*Fuente propia:* Rodríguez (2022)

### Figura 22

*PCB circuito LM358*

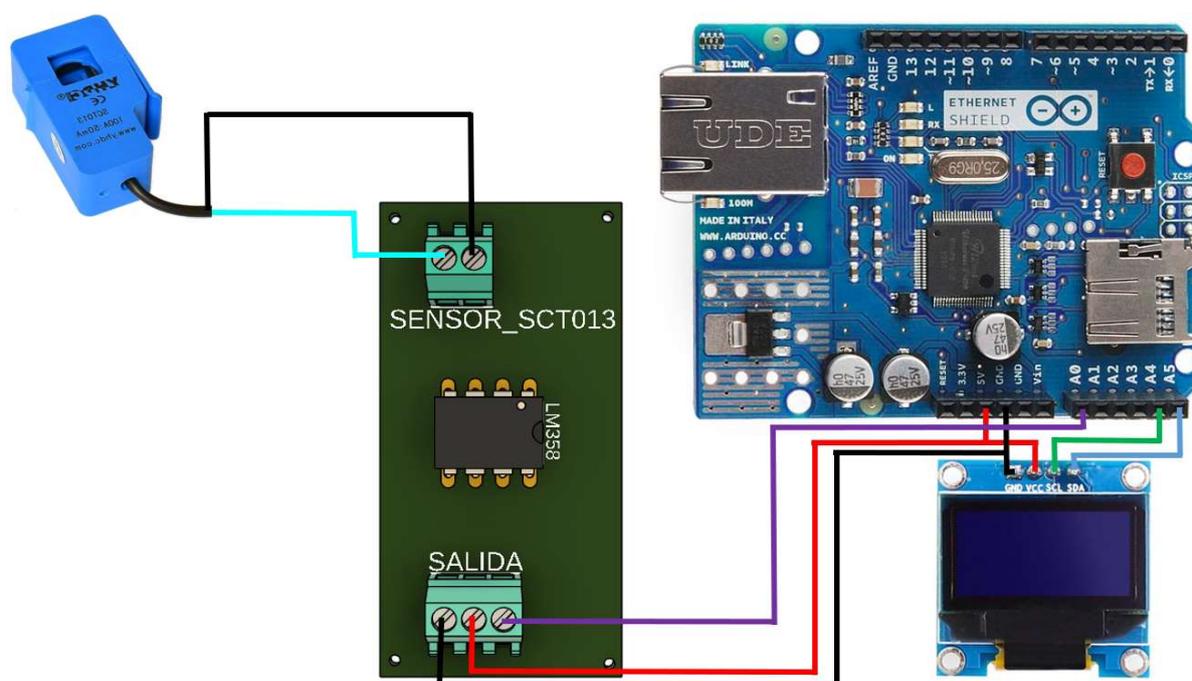


*Fuente propia:* Rodríguez (2022)

La Figura 22 describe el diagrama de funcionamiento del sistema, en donde se adquieren los datos mediante el sensor de corriente, luego pasa a la etapa de rectificación de la onda alterna que genera el sensor por medio del integrado LM358 y luego se procesa la información en el microcontrolador arduino uno y mediante el módulo Ethernet se envía al servidor web de esta manera se podrá visualizar en un dispositivo móvil o pc. También se conecta a la pantalla oled monocromática para visualización en el sitio de instalación, cabe mencionar que es compatible con arduino uno, entre otros controladores.

### Figura 23

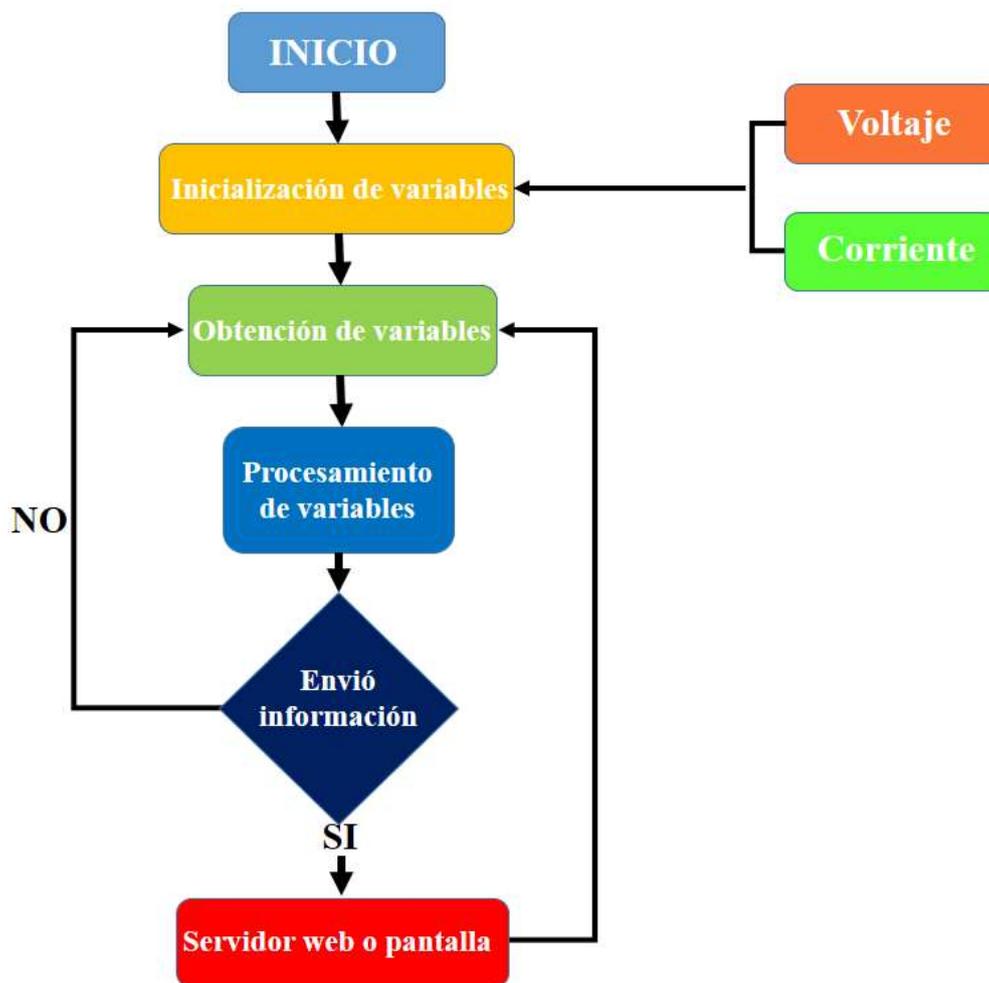
*Diagrama de Conexión de los elementos*



*Fuente propia: Rodríguez (2022)*

**Figura 24**

*Diagrama de flujo del procesamiento y toma de datos*



*Fuente propia: Rodríguez (2022)*

## **VII. Viabilidad**

En esta parte tiene como finalidad un análisis de conocer la probabilidad que existe de llevar a cabo la ejecución del proyecto con éxito. Nos ofrece información sobre si se puede o no llevar a cabo. Todo proyecto que conlleve un riesgo tiene que ser analizado en totalidad. Para minimizarlo se lleva a cabo un estudio que permite determinar el posible éxito o fracaso.

### **7.1 Viabilidad Operacional**

Como bien sabemos un sistema es operacionalmente viable cuando es ejecutado y utilizado de manera efectivamente después de su implementación. Que tan amigable será el sistema o proyecto para los usuarios al momento de implementación esto es muy importante porque de esta manera sabremos qué tan exitoso será el proyecto.

En la figura 24 y 25, podemos ver la forma que tendrá el case del sistema de medición y monitoreo de corriente eléctrica para unidad de aire acondicionado, también podemos apreciar en la manera que se instalaran los elementos o componentes a usar, realmente es una caja muy optimizada con medidas 200 mm alto y 150 mm ancho, contara con borneras para conexiones externas, de esta manera se tendrá una fácil manipulación de cableado al momento de realizar las conexiones. También podemos ver lo fácil que será tomar las lecturas en la pantalla en el sitio, no se necesitaría de una capacitación para el uso de este medidor, ya que es un sistema bastante intuitivo y fácil lectura para el personal técnico encargado, este sistema va a contar con todos los elementos instalados en un case de manera segura, el cual tendrá la opción de revisión para futuros mantenimientos preventivos y correctivos.

**Figura 25**

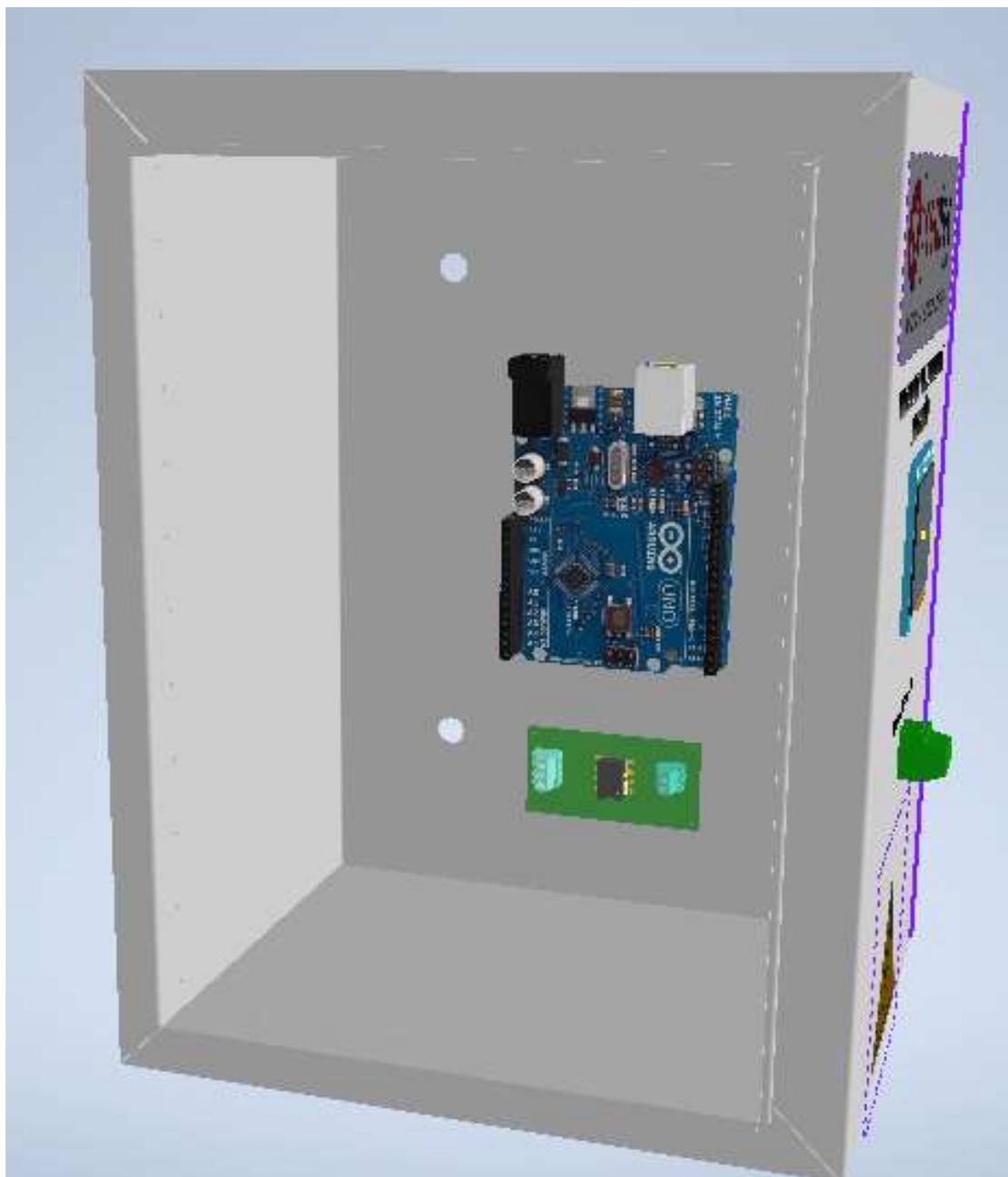
*Pantalla principal del medidor.*



*Fuente propia: Rodríguez (2022)*

**Figura 26**

*Ubicación de los elementos o componentes dentro del case.*



*Fuente propia: Rodríguez (2022)*

## 7.2 Viabilidad Económica

Realmente como bien sabemos esta sección es muy importante porque de esta manera sabremos si vale la pena el costo del proyecto y los beneficios del mismo. El medidor de corriente eléctrica es un prototipo inteligente de medición de energía eficiente y de menor costo a los medidores que se encuentran en el mercado industrial actual. Con la implementación del proyecto se tiene la facilidad de leer el consumo de corriente eléctrica de manera remota y en el sitio mediante una pantalla a un costo de fabricación es realmente de bajo, también se podrá ver con certeza lo que está consumiendo la unidad tipo paquete de aire acondicionado, de esta manera la empresa Lear Corporation se evitará la compra de medidores de muy alto costo.

### 7.2.1 Plan de Inversión

Se enlista plan de inversión de los gastos en “activos fijos” que se emplearan para la puesta en marcha del proyecto:

**Tabla 3**

*Plan de inversión de los equipos a adquirir*

<b>Plan de inversion</b>				
<b>Material</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio Unitario \$</b>	<b>Precio Unitario Lps</b>	<b>Sub - Total</b>
Arduino UNO	1	\$ 22.77	L 557.64	L 557.64
Escudo ethernet	1	\$ 20.99	L 514.05	L 514.05
Sensor SCT013-000	1	\$ 11.99	L 293.64	L 293.64
Display Oled sh1106	1	\$ 15.99	L 391.60	L 391.60
Amp Op. LM358	1	\$ 1.31	L 32.08	L 32.08
Borneras	2	\$ 0.16	L 3.92	L 7.84
<b>Total</b>				<b>L 1,796.83</b>

*Fuente propia: Rodríguez (2022)*

### 7.2.2 Plan de Amortización

Los elementos de inmovilizado que utiliza la empresa en su actividad están sometidos a un proceso de desgaste y por lo tanto de pérdida de valor que debe tenerse en cuenta al analizar la viabilidad económica.

En realidad, el valor que pierden y que se denomina “dotación para amortización” se va a considerar como un coste para la empresa y afectará a la previsión de pérdidas y ganancias (llamada cuenta de resultados previsional), y al cálculo del umbral de rentabilidad. Se considera que vamos reservando una cantidad anual para un fondo que debería servir costear nuevas inversiones que compensen el desgaste.

Para estimar el valor de la “dotación para amortización” se tiene en cuenta el coste inicial de estos bienes, y el tiempo de vida útil de los mismos. Hay un tiempo máximo de vida útil de los bienes que está determinado por el Ministerio de Economía y Hacienda para elaborar los planes de amortización.

**Tabla 4**

*Cálculo de la amortización de inmovilizado (Tabla orientativa)*

Elementos de inmovilizado	Coefficiente lineal máximo	Periodo máximo
Edificios administrativos	2%	100 años
Elementos de transporte	16%	14 años
Equipos informáticos	25%	8 años
Mobiliario y enseres	10%	20 años
Instalaciones eléctricas (líneas y redes)	8%	25 años
Útiles y herramientas	30%	8 años

*Fuente propia: Rodríguez (2022)*

### **7.3 Viabilidad de Mercado**

Proporciona un mercado de clientes dispuestos a adquirir y utilizar los productos y servicios obtenidos del proyecto desarrollado. Asimismo, indica si existen las líneas de obtención, distribución y comercialización del producto del sistema y de no ser así indica que es posible crear o abrir esas líneas para hacer llegar las mercancías o los servicios a los clientes que así lo desean.

#### ***7.3.1 Producto***

El prototipo que se ofrece al consumidor trata de una mejora de implementación para el monitoreo de corriente eléctrica, ofreciendo solución, asesoría e instalación, cuyo objetivo será contribuir al ahorro y eficiencia energética de la empresa, agilización de procesos industriales y mejora en las comunicaciones, tanto del área de mantenimiento como otras áreas de la empresa en la que se podría implementar el medidor.

#### ***7.3.2 Mercado***

En Honduras se cuenta con 3 plantas de Lear Corporation, una ubicada en Naco y dos ubicadas en el parque industrial Green Valley, lo que nos da la oportunidad de poder implementar el proyecto en áreas donde se requieran y de esta manera tener una base de datos del consumo energético en las tres plantas conectadas a la red interna de la empresa. De esta manera se podrá tener datos estadísticos precisos de consumo en área donde se necesite instalación.

#### ***7.3.3 Competidores y lo que Están Haciendo***

En el creciente mercado de industria en el país se encuentran muchas empresas que brindan el servicio de análisis de calidad de energía eléctrica y consumo de la misma, así como también la venta de los equipos necesarios para cada proyecto.

Por mencionar a algunas de ellas:

- ✓ RMSwork
- ✓ Equipos Industriales - Grupo Equinsa
- ✓ ALANZA
- ✓ SERVOTECHNOLOGY

La mayor parte de estas empresas ofrecen servicios similares, todas están ubicadas en lo que es la ciudad de San Pedro Sula y Tegucigalpa, lo cual resulta en cierta parte ventajoso, por la cercanía con las zonas industriales.

#### ***7.3.4 Tendencias del mercado y Comercialización***

La comercialización se entiende como la función de planificación requerida para colocar con todo éxito, un producto o servicio en el mercado. La comercialización es hacer llegar los productos o servicios de quienes los poseen a quienes los desea o los necesita. Abarca todas las actividades necesarias para que los productos o servicios. Vayan del productor al distribuidor y de este al cliente; también proporciona utilidad de “lugar, tiempo y posición”. En el caso de este proyecto de mejora seria implementación de medidores de corriente en plantas de Lear Corporation Honduras y proyectándose a futuro hacerlo en las plantas Lear en el resto de la región de latinoamericana.

## VIII. Aplicabilidad

Es la parte donde se examina la medida en que los resultados del proyecto son útiles para resolver los problemas definidos y satisfacen las necesidades. La aplicabilidad del proyecto se mide identificando si el proyecto fue eficaz, si resolvió el problema y las causas y en qué magnitud. Trata de verificar si los propósitos, objetivos y metas tanto a nivel general como específico se han cumplido una vez finalizadas las actividades y tareas del proyecto.

También es la parte donde se aplican los conocimientos, habilidades, herramientas, y técnicas a actividades de proyectos de manera que cumplan todas las expectativas pronosticadas, de las partes interesadas de un proyecto. En este proceso también se planifica, dirige y controla el desarrollo de un sistema aceptable con un costo menor y dentro de un período de tiempo determinado. La buena gestión de un proyecto conlleva recorrer diferentes etapas. La puesta en marcha de un proyecto se inicia a partir de la identificación de una "necesidad o problema detectado", sobre la cual se requiere actuar para obtener un bien o beneficio.

### 8.1 Análisis de Mercado

Un análisis de mercado es una investigación utilizada por diversos ramos de la industria para garantizar la toma de decisiones y entender mejor el panorama comercial al que se enfrentan al momento de realizar sus operaciones. Este tipo de estudio es especialmente útil para analizar aspectos como hábitos de compra, región de operación, requerimientos de productos o análisis de la competencia para asegurar el buen desempeño del negocio.

“Un estudio de mercado es el proceso mediante el cual realizamos la recolección y análisis de información que sirve para identificar las características de un mercado y comprender cómo funciona. Este proceso es vital para mantenerse al día con las tendencias, las expectativas y necesidades de los clientes, los cambios en la dinámica de la industria, etc. La importancia de

hacer un estudio de mercado radica en la posibilidad de asegurar el éxito de cualquier emprendimiento, ya que el conocer el entorno en el cual se desarrollará dicho proyecto, permite a cualquiera realizar una planeación adecuada.” (*¿Qué es un estudio de mercado?*, s. f.)

En la actualidad se encuentran medidores de energía los cuales hacen la función similar o igual al proyecto de mejora que se desea implementar, podríamos mencionar un ejemplo como ser el medidor marca: Schneider PowerLogic PM5100 la aplicación de este dispositivo es el monitoreo de potencia. Su valor es de \$ 620 lo que lo hace ser muy costoso. En cambio, el medidor de energía que se pretende desarrollar tiene un costo de \$ 75 lo que lo hace mucho más económico, es la principal ventaja que ofrece.

### Figura 27

*Medidor Schneider PowerLogic PM5100*



*Fuente:* (METSEPM5100 - Central de medida PM5100 CI0.5 | Schneider Electric Chile, s. f.-b)

### 8.1.1 Análisis de la Demanda

En esta parte es donde se recolecta y analiza toda la información con respecto al público que va a ir dirigido el producto o servicio.

Este es un proceso mediante el cual se busca comprender la demanda que tienen los consumidores potenciales sobre un determinado producto o servicio, dentro de un mercado objetivo. Con los datos que obtenemos de un análisis, podemos determinar cuál es la mejor oferta que se puede lanzar.

Hay dos formas de obtener esta información, que son:

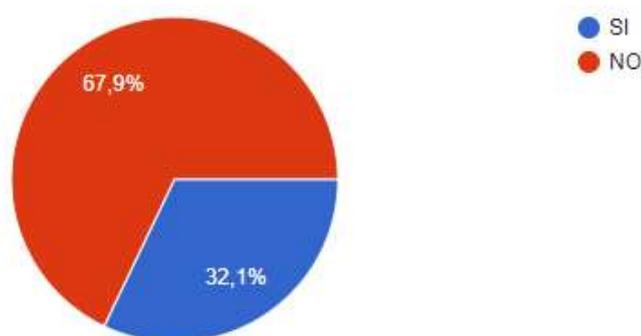
- **Investigación primaria:** cuando tú mismo realizas la investigación, recopilar y analizar los datos.
- **Investigación secundaria:** cuando la búsqueda es realizada por un tercero y está disponible para quien quiera acceder. Algunos ejemplos son estudios académicos e informes de empresas privadas

#### Figura 28

*Encuesta vía online para saber la satisfacción sobre la facturación de energía.*

¿Esta usted satisfecho con la facturación del servicio de energía eléctrica de la EEH?

53 respuestas



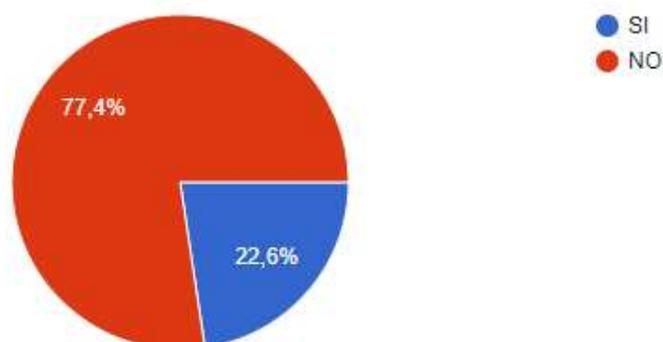
*Fuente propia: Rodríguez (2022)*

**Figura 29**

*Encuesta vía online sobre la confiabilidad que tienen las personas con lecturas del contador.*

¿Los datos lectura de consumo de energía eléctrica en su hogar por parte de la EEH son confiables para usted?

53 respuestas



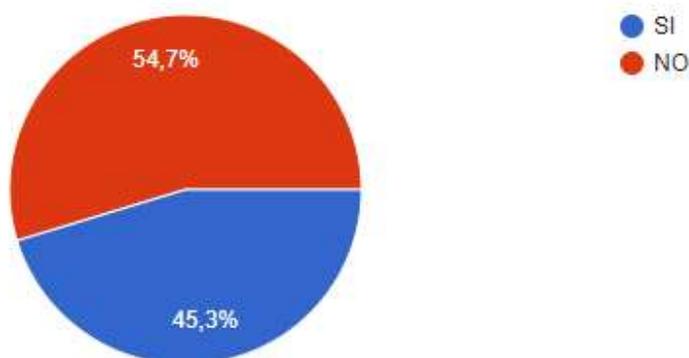
*Fuente propia: Rodríguez (2022)*

**Figura 30**

*Encuesta vía online para saber cuántas personas han realizado reclamos por lecturas erróneas.*

¿Ha realizado reclamos por facturas elevadas debido a lecturas erróneas por personal de la EEH?

53 respuestas



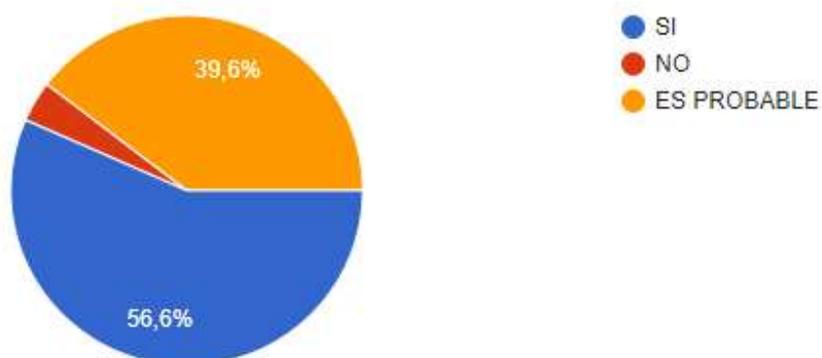
*Fuente propia: Rodríguez (2022)*

**Figura 31**

*Encuesta vía online para determinar que tanta demanda podría haber.*

¿Cree necesario contar con un medidor de consumo de energía eléctrica en el hogar a parte del contador de la EEH?

53 respuestas



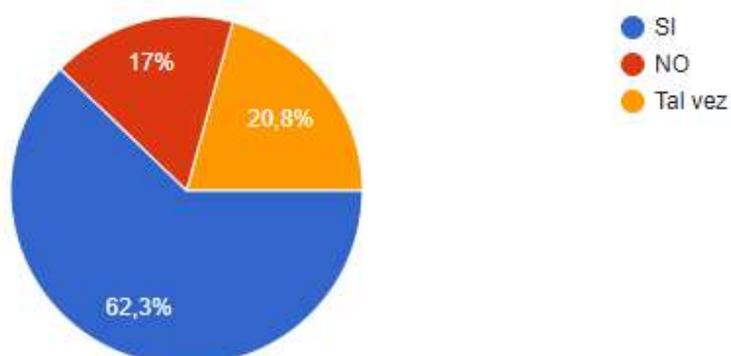
*Fuente propia: Rodríguez (2022)*

**Figura 32**

*Encuesta vía online para saber la importancia del monitoreo remoto de consumo de energía.*

¿Considera necesario el poder monitorear el consumo de energía en su hogar de manera remota?

53 respuestas



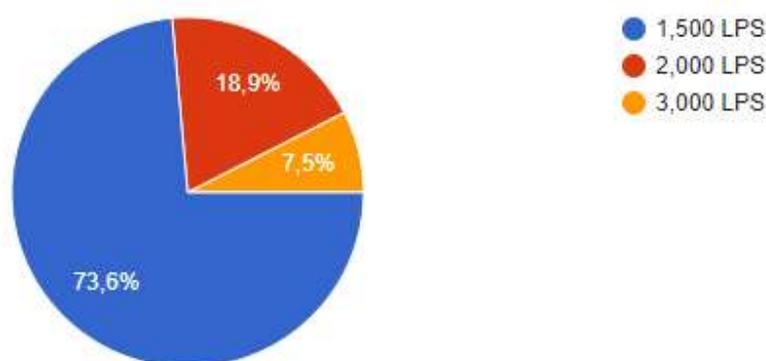
*Fuente propia: Rodríguez (2022)*

### Figura 33

*Encuesta vía online para saber cuánto dinero podrían invertir las personas por un medidor.*

¿Cuánto dinero invertiría por un medidor de energía eléctrica para monitorear el consumo de energía su hogar?

53 respuestas



*Fuente propia: Rodríguez (2022)*

**8.1.1.1 Conclusión.** Se puede concluir que la mayoría de personas encuestadas son clientes potenciales ya que 30 personas de 51 seleccionaron que, si creen el necesario contar con un medidor de corriente en el hogar, 21 personas seleccionaron que es probable que si lo necesitan. Esto nos la pauta que el proyecto sería un proyecto exitoso e innovador debido a la alta desconfianza que tienen las personas con las lecturas que realiza la EEH.

### 8.1.2 Análisis de la Oferta

En esta etapa se logra determinar que el mercado para el servicio ofrecido es muy amplio y de muy buena demanda en base a la encuesta que se aplicara, involucra el uso de tecnología muy variada, y con diferentes alcances en lo que trata a ahorro de consumo de energía eléctrica.

El propósito que se persigue mediante el análisis de la oferta es determinar o medir las cantidades y las condiciones en que una economía puede y quiere poner a disposición del mercado un bien o un servicio.

“Con el análisis de la oferta se pretende determinar la cantidad del bien que los productores, constituidos en competencia, están en capacidad de ofrecer al mercado, así como las condiciones en las que estarían dispuestos a hacer dicho ofrecimiento. Estudiar la oferta de un producto es analizar la competencia que se debe enfrentar. Mientras más conocimiento se obtenga de los competidores, se tendrán mejores elementos de juicio para diseñar las estrategias de comercialización que aumenten el éxito para dichos productos en el mercado.” (Corvo, 2021)

**8.1.2.1 Factores que determinan la oferta.** La oferta es la cantidad de una mercancía o servicio que entra en el mercado a un precio dado en un momento determinado. La oferta es, por lo tanto, una cantidad concreta, bien especificada en cuanto al precio y al período de tiempo que cubre, y no una capacidad potencial de ofrecer bienes y servicios. Estos factores son:

- **Precio del producto:** La cantidad que se ofrece de un producto crece acorde a su incremento de precio. Precios más elevados generan mayores ganancias, haciéndolos más interesantes para los oferentes. Sin embargo, los consumidores pueden disminuir la cantidad demandada, generando un exceso de oferta. Esto crea una fuerte competencia, haciendo que el precio disminuya hasta llegar a un punto de equilibrio con un precio determinado. Si el precio del producto se rebaja, las cantidades ofrecidas se reducen y la demanda aumenta. Esto puede conducir a incrementos en el precio hasta un nuevo equilibrio.

- **Disponibilidad de insumos y sus precios:** Cuando los insumos son escasos se limita la cantidad de bienes producidos. Igualmente, si su precio aumenta habrá un incremento en el coste del producto del cual forman parte.
- **Tecnología:** La incorporación de tecnología lleva a la reducción de costos e incrementos en la cantidad producida, dado que se logra una mayor eficiencia.
- **Competencia:** En la medida en que aumente la cantidad de empresas en una industria, cada una de estas va a tender a disminuir su oferta.
- **Intromisión en el mercado:** Al aplicar subsidios e impuestos, el Estado perturba la oferta de los productos. Cualquier impuesto incrementa los costos y, por consiguiente, la oferta se contrae. Un subsidio crea el efecto contrario: reduce el costo de producción y aumenta la oferta.

**8.1.2.2 Fuentes para hacer el análisis de la oferta.** Un competidor directo es toda empresa que comercialice un producto similar al nuestro en la misma área geográfica. Un competidor indirecto es la empresa que ofrece un producto diferente o sustituto con relación al nuestro. Se realiza a través de los siguientes pasos:

- **Recopilar información de fuentes primarias:** Se necesita conocer tanto los elementos cuantitativos como cualitativos que influyen en la oferta. La investigación de mercado se lleva a cabo con los consumidores, mediante grupos de discusión y cuestionarios, proporcionando información valiosa sobre la oferta. Se deben hacer preguntas directas para conocer a los principales competidores, que gama de productos ofrecen, tipos de servicio que ofrecen, están en crecimiento o estables, que tiempo llevan en el negocio,

como se diferencian, precios, zonas geográficas, volumen de servicios y ventas, etc.

- **Recopilar información de fuentes secundarias:** Las fuentes secundarias contienen información relacionada con los competidores para un propósito y están disponibles para el acceso público. Ejemplos de esto son libros, artículos publicados en revistas y folletos de ventas.
- **Analizar la información de la oferta:** Una vez recopilada toda la información de la oferta, se analiza para establecer la información del producto y estrategias de mercadeo, y para identificar las fortalezas y debilidades de la competencia.
- **Determinar la posición competitiva:** Finalmente, se evalúa el producto con el de la competencia. ¿Cómo se compara el producto con el del competidor más cercano? ¿Qué atributos son únicos para cada producto?

### ***8.1.3 Análisis de Precios***

El análisis de precio es uno de los elementos más importantes a la hora de ofrecer el producto o servicio, ya que es esa parte en la que la mayoría de los consumidores o clientes, toman como primer factor para poder tomar una decisión. Lo más efectivo es que se deben utilizar estrategias de marketing y tratar de posicionar el servicio en la industria.

**8.1.3.1 Técnicas para Realizar un Análisis de Precios.** Entre las principales técnicas para realizar un análisis de precios, se encuentran las siguientes:

- ✓ **Análisis Conjoint:** Es otra de las técnicas empleadas para el análisis de precios, que consiste en identificar patrones de comportamiento más precisos y prácticos, haciendo que los encuestados piensen de una manera más multilateral, considerando múltiples variables simultáneamente, para hacer concesiones de valor realistas que revelen sus verdaderas preferencias.
- ✓ **BPTO (Brain-Price Trade-Off):** Es una técnica estadística utilizada en la investigación de mercados que se encarga de revelar las relaciones entre una marca y los precios que se imponen en relación con otras marcas, proporcionando una medida de “valor de marca”.

**8.1.3.2 Pasos para Realizar un Análisis de Precio.** El análisis de precios es muy importante para determinar el valor en el mercado de tus productos y servicios durante su ciclo de vida. Pasos a seguir para realizar un análisis de precios eficazmente:

- a) Establece tus objetivos
- b) Ejecuta un análisis detallado de los precios en el mercado
- c) Analiza a tu cliente objetivo
- d) Analiza a la competencia
- e) Crea una estrategia de precios

#### ***8.1.4 Análisis de la Comercialización***

Algunos de estos medios que se pretenden utilizar para comercializar nuestro servicio y llegar al cliente final, serían actividades relacionadas con la comunicación y propaganda:

- **Publicidad:** comunicación persuasiva, generalmente pagada y difundida por los medios de comunicación masivos. También haciendo uso de las redes sociales.
- **Relaciones públicas:** la publicidad se refiere al producto de las acciones y relaciones públicas que se cosechan entre los clientes, además son gratis.
- **Promociones de ventas:** realizar incentivos a corto plazo, con el fin de despertar el interés y ver un incremento temporal en las ventas.
- **Fuerza de ventas o vendedores:** este aspecto es muy importante ya que requiere lo que son las relaciones interpersonales, contar con personal con buenas relaciones interpersonales es esencial en una empresa que ofrezca servicios.
- **Patrocinio:** participar en actividades por lo general de carácter cultural o deportivas, y así para crear una determinada imagen para la empresa.

## **8.2 Estudio Técnico**

Un estudio técnico permite proponer y analizar las diferentes opciones tecnológicas para producir los bienes o servicios que se requieren, lo que además admite verificar la factibilidad técnica de cada una de ellas. Para un proyecto en el que se va a invertir conlleva un diseño en función de la producción óptima, que utilice los recursos disponibles que llevaran a obtener el producto deseado, sea éste un bien o un servicio. Podríamos resumir que se pretende resolver las interrogantes como: “a dónde, cuándo, cuánto, cómo y con qué producir lo que se desea”, por eso el aspecto técnico operativo de un proyecto abarca todo aquello que tenga relación con el funcionamiento y la operatividad del propio proyecto.

### ***8.2.1 Análisis y determinación de la localización óptima del proyecto***

La localización óptima de un proyecto es la que contribuye en mayor medida a que se logre la mayor tasa de rentabilidad sobre el capital u obtener el costo unitario mínimo. Esta parte consiste en identificar la ubicación más propicia para la implementación del proyecto, se deben considerar algunos elementos importantes que darán apoyo a la decisión del lugar específico del negocio.

La selección de la ubicación del proyecto se define en dos ámbitos: el de la macro localización que es donde se elige la región o zona más atractiva para el proyecto y el de la micro localización, que define el lugar específico donde se instalará el proyecto o negocio.

Métodos que podríamos utilizar para analizar el lugar más apropiado:

- Método cualitativo: este consiste en analizar algunos aspectos como ser los costos de transporte de la materia prima, costos de movilización o disponibilidad de consumibles.
- Método cuantitativo: este método va más relacionado a la ubicación estratégica que debe tener, el cual está relacionado con la cercanía geográfica de los clientes potenciales.

En nuestro caso, la selección de la ubicación del proyecto que se pretende desarrollar es macro localización y en base al método cualitativo, ya que, de acuerdo con los objetivos de nuestro negocio, requiere estar cerca o en una zona estratégica industrializada, por ejemplo, la ciudad de San Pedro Sula, la cual nos facilite la disponibilidad para visitar y brindar los servicios de medidores de corriente eléctrica para monitoreo de equipos industriales. Esta zona está ubicada en una zona de alta industrialización, esto permitirá contar con una relación más estrecha tanto en los servicios prestados, como la disponibilidad de materia de consumibles y materiales.

### ***8.2.2 Análisis y determinación del tamaño del proyecto***

En este estudio técnico se cuantifica la capacidad de producción y todos los requerimientos que sean necesarios para el desarrollo del bien por ello se debe tomar en cuenta la demanda y de esta manera determinar la proporción necesaria para satisfacer a esa demanda.

Factores que pueden apoyar para determinar el tamaño óptimo del proyecto:

- El tamaño del proyecto y el financiamiento: Para este análisis se sugiere que la empresa haga un balance entre el monto necesario para el desarrollo del proyecto y lo que pudiera arriesgar para financiarlo, pues se tiene que conocer las diferentes fuentes de financiamiento y el rendimiento que dicho proyecto tendría para identificar un beneficio económico en la implantación del proyecto.
- Identificación de la demanda: El estudio de mercado entre otras cosas, tiene el propósito de mostrar las necesidades del consumidor, la demanda real, potencial y la proyectada basándose en su investigación de mercado. De ahí que la demanda es un factor importante para condicionar el tamaño del proyecto, ésta puede ser mayor al proyecto, igual o bien quedar por debajo, o sea que la proporción de demanda real y potencial puede ser mayor a la proporción de producción que tendrá el proyecto.

### ***8.2.3 Análisis de la disponibilidad y el costo de los suministros e insumos***

La materia prima es el elemento de mayor importancia para la elaboración de cualquier producto o servicio en general, de su calidad y disponibilidad depende entregar un servicio que cumplan con las expectativas de los clientes.

- ✓ Identificación de los insumos y suministros del proyecto: En este punto se debe identificar la disponibilidad suficiente en cantidad y calidad de materias primas que se requiere para el desarrollo del proyecto. De ahí la importancia de conocer a los

proveedores, precios, cantidades de suministros e insumos respaldado por cotizaciones para establecer un compromiso.

Los suministros utilizados en procesos de medidores de consumo de energía para equipos industriales no son tan accesibles en el mercado local, sin embargo, hay empresas que cuentan una gran variedad de equipos disponibles para la adquisición inmediata. En el caso del proyecto que se está implementando los componentes y materiales a utilizar se compraron por tienda en línea como ser Amazon, sin embargo, los componentes se encuentran en el mercado local a un costo un poco más alto.

- ✓ Identificación de la maquinaria, equipo, tecnología: Para identificar la maquinaria y equipo que el proyecto requerirá es importante tomar en cuenta todos los elementos que involucren a la decisión.

En el caso para la fabricación del medidor de corriente eléctrica, fue fácil determinar los equipos a utilizar, ya que se basaron en los alcances que se pretendían obtener, y el cual no eran equipos tan sofisticados utilizados en procesos de consumo de energía.

#### ***8.2.4 Identificación y descripción del proceso***

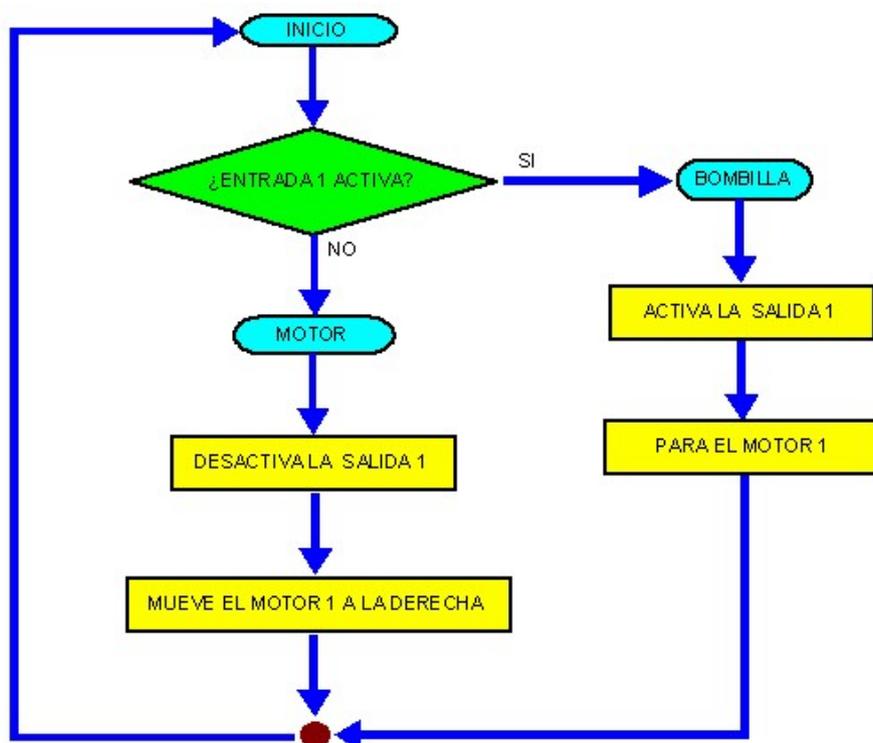
Para la identificación y descripción de procesos, es conveniente hacer un mapa general de los procesos en el área que someteremos a estudio o levantamiento; para esto nos apoyaremos en gráficas de diverso tipo. Luego, para cada proceso general que hemos identificado en el mapa, deberemos asignar una identificación, un nombre funcional, su delimitación, destinatarios y las condiciones óptimas tanto para quienes lo ejecutan como para sus destinatarios. (Pepper, 2011)

Después sigue elemento central de la gestión de los procesos que es su descripción, la cual consta de un área descriptiva y de un área gráfica, que son complementarias y que deberán contener al menos la siguiente información:

- ✓ Recursos o input: son los elementos materiales, de información u otros que pueden incluso ser intangibles (como el conocimiento empírico de los profesionales) que el proceso consume o necesita para poder generar la salida u output.
- ✓ Actividades: es la descripción secuencial, en orden cronológico, de las actividades y sus respectivas tareas, que tienen que realizar los participantes (protagonistas).
- ✓ Protagonistas o actores: personas o grupos de personas que desarrollan las actividades y tareas del proceso.
- ✓ Salida: resultado del proceso, el output, aquello para lo cual ha sido diseñado el proceso.
- ✓ Destinatario: persona o conjunto de personas que reciben y valoran la salida del proceso.
- ✓ Indicadores: estas mediciones permiten hacer un seguimiento y valoración del cumplimiento de los objetivos del proceso. En estricto rigor no son parte de la descripción del proceso, pero al momento de hacer este trabajo es adecuado incluir este aspecto por la estrecha relación que tiene con el trabajo de levantamiento.
- ✓ Diagrama de flujo del proceso (flujograma): es la expresión gráfica del proceso, que resulta de mucha utilidad porque facilita su análisis y rediseño. Ejemplo:

**Figura 34**

*Ejemplo de diagrama flujo de proceso.*



*Fuente: (diagrama de flujo, s. f.)*

### **8.2.5 Determinación de la organización humana y jurídica que se requiere para la correcta operación del proyecto.**

La estructura organizacional de una empresa u organización la que permite la asignación expresa de responsabilidades de las diferentes funciones y procesos a diferentes personas, departamentos o filiales, por lo que considerando el tipo de organización formal que este proyecto pretende y entendiendo la naturaleza de las actividades que dentro de él se realizarán, se tiene contemplado para el proyecto la organización jerárquica vertical la cual consiste en una estructura organizativa donde cada entidad en la organización, excepto uno, está subordinada a una entidad única. En una organización, la jerarquía está formada normalmente por un grupo

singular y de poder en la parte superior con los niveles posteriores por debajo de ellos. Este es el modo dominante de organización entre las grandes organizaciones; mayoría de las empresas, los gobiernos y las religiones organizadas son las organizaciones jerárquicas, con diferentes niveles de gestión, poder o autoridad. (*Determinación de la organización humana y jurídica que se requiere para la*, s. f.)

Como se planteaba anteriormente la organización jerárquica comprende los siguientes niveles:

- Directiva
- Gerencia
- Coordinación
- Operativa

Todos los gobiernos y la mayoría de las empresas tienen estructuras similares. En los negocios, el dueño del negocio es el que tradicionalmente ocupa la cúspide de la organización. En las grandes empresas más modernas, actualmente ya no es un accionista el dominante único, y el poder colectivo de los empresarios es en la mayoría de los casos delegados a un consejo de administración, que a su vez delega el día a día del funcionamiento de la empresa a un director general, consejero delegado o CEO. (*Organizacion Jerarquica*, s. f.)

**8.2.5.1 Tipos de entidades legales para constituir una empresa en Honduras.** Hacer negocios en Honduras es una opción atractiva para inversores extranjeros, debido al crecimiento que la economía del país centroamericano ha experimentado en las últimas décadas, además de la mejora de la situación de seguridad y las múltiples oportunidades de negocio. Hoy en día, crear una empresa en Honduras es uno de los procesos de creación de entidades más rápidos de América Latina, por lo que las empresas extranjeras consideran cada vez más a este país como una buena opción para invertir.

Cuando se trata de la creación de una empresa en Honduras, hay cuatro tipos principales de entidades legales para elegir:

- sociedad unipersonal
- sociedad colectiva
- sociedad de responsabilidad limitada (SRL)
- sociedad anónima.

Cada entidad tiene sus propias ventajas y requisitos, siendo la sociedad unipersonal la más fácil de establecer, pero con responsabilidades ilimitadas, con el propietario totalmente responsable de las deudas y de los activos de la empresa. Una sociedad colectiva es una organización similar, que se diferencia por el hecho de que la responsabilidad se reparte entre los socios nombrados dentro la entidad.

En el caso de una SRL, se requiere un capital social mínimo de \$250 para su creación. Esta entidad puede ser de propiedad totalmente extranjera y debe tener entre 2 y 20 accionistas, que tendrán una responsabilidad equivalente a la parte que hayan aportado a la empresa. En el caso de una SRL, sólo se requiere el nombramiento de un director, que puede ser uno de los socios contribuyentes.

En cambio, en una sociedad anónima se requiere el nombramiento de dos directores y la propiedad de la empresa se divide en acciones, que cotizan en la bolsa.

**8.2.5.2 Pasos para constitución de una empresa en Honduras.** Aunque los pasos y los requisitos pueden variar en función del tipo de entidad que se decida crear, la siguiente guía indica los pasos clave en el proceso de creación de una empresa en Honduras:

1. Deposite su capital inicial en una cuenta bancaria hondureña: El primer paso para crear una empresa en Honduras es depositar su capital inicial en un banco local. Es posible que un banco en particular sea más recomendable que otro en función del tipo de negocio, de la ubicación geográfica o del sector en el que está entrando.

2. Registre los estatutos de la empresa: Con la ayuda de un notario, tendrá que preparar y registrar los estatutos ante la Cámara de Comercio, que incluirán datos como el nombre de la empresa, su domicilio social, su estructura y su objetivo. Este proceso suele durar alrededor de una semana.

3. Solicitar un código de identificación fiscal: Después de registrar los estatutos, tendrá que solicitar un número de identificación fiscal (NIF), que se utilizará para identificar a la empresa en las declaraciones fiscales, las facturas y otros documentos financieros oficiales. Este proceso no suele durar más de un día hábil.

4. Registre su negocio ante las Cámaras de Comercio locales y nacionales: El siguiente paso para la creación de una empresa en Honduras consiste en registrar la entidad en la Cámara de Comercio, lo que implica pagar una cuota basada en el capital social inicial. La cuota máxima aplicable es de 3.000 lempiras (aproximadamente 124 dólares al 16 de junio de 2021).

5. Solicite el certificado de zonificación y los permisos de funcionamiento requeridos: El proceso de creación de la empresa en Honduras requiere que se adquiera tanto un certificado de

zonificación como un permiso de operación. El certificado de zonificación establecerá la ubicación de las actividades comerciales, confirmando que está permitido emprender dichas actividades en ese lugar, mientras que el permiso de operación demostrará el permiso de la empresa para emprender dichas actividades.

6. Regístrese con las autoridades locales para completar la creación de su empresa en Honduras: Su empresa tendrá que estar registrada a efectos fiscales en el Servicio de administración de Rentas (SAR) de la secretaría de hacienda, así como en el Instituto Hondureño de Seguridad Social (IHSS), el Instituto Nacional de Formación Profesional (INFOP) y el Fondo Social para la Vivienda (FOSOVI). Las contribuciones al IHSS ascienden al 5% del salario de cada empleado, mientras que el INFOP y el FOSOVI reciben el 1% y el 1,5% respectivamente.

### 8.3 Estudio Económico

El estudio económico contempla la viabilidad económica y el impacto que tendrá el proyecto en el ámbito financiero, tanto individual como empresarial. En este tipo de evaluación económica figura de manera sistemática y ordenada la información de carácter monetario, en resultado a la investigación y análisis efectuado de los factores que lo conforman.

#### 8.3.1 Costos de Producción y Operación

Los costos de producción o costos de operación son la serie de gastos que involucra sostener un proyecto, equipo o empresa funcionando. Pueden provenir de distintas áreas, sea la compra de insumos o materia prima, el pago del consumo de energía, el salario de los trabajadores o el mantenimiento de los equipos. En otras palabras, producir un producto o generar un servicio cuesta dinero, por eso una vez se termina, los costos de producción se restan de los ingresos para proporcionar las ganancias brutas.

**8.3.1.1 Elementos en el Costo de Producción.** Existen tres elementos importantes en el costo de producción:

- **Materia prima directa (MPD):** El conjunto de los materiales que serán sometidos a transformación durante el proceso productivo, y que pueden ser identificados o cuantificados plenamente con los productos terminados.
- **Mano de obra directa (MOD):** El conjunto de gastos que involucra contratar trabajadores: salarios, prestaciones, obligaciones contractuales y sindicales, etc., que al final se pueda identificar o cuantificar con los productos terminados.
- **Costes indirectos de producción:** También llamados cargos indirectos, son aquel conjunto de costos que, aunque intervienen en el proceso productivo, no pueden

cuantificarse o identificarse plenamente con la elaboración de partidas contables específicas.

**8.3.1.2 Tipos de Costos de Producción.** Los tipos de costo de producción se clasifican:

- **Costos variables:** estos son proporcionales a la producción, así como el valor de la materia prima, el pago de la mano de obra directa, el mantenimiento de los equipos, los servicios consumidos, los suministros, las regalías y patentes, etc.
- **Costos fijos:** estos son independientes de la producción, como son los impuestos, seguros, gravámenes, la financiación, las relaciones públicas, la contaduría y auditoría, el marketing, la asesoría legal, etc.

### ***8.3.2 Inversión Total Inicial***

Se supone que, a la hora de comenzar un proyecto, es donde se necesita la mayor parte de la inversión, es muy probable que se hagan inversiones durante la operación, ya sea porque se precise reemplazar activos defectuosos o porque se necesita incrementar la capacidad productiva ante aumentos proyectados en la demanda.

- **La inversión fija:** Se refiere a todo tipo de activos cuya vida útil es mayor a un año y cuya finalidad es proveer las condiciones necesarias para que la empresa lleve a cabo sus actividades. Este tipo de inversión podrían ser:
  - Terreno
  - Construcciones
  - Maquinaria y equipos diversos
  - Equipo de transporte
  - Equipo de cómputo
  - Laboratorios

- **Inversión diferida:** este tipo de inversión es en bienes y servicio intangibles que son indispensables del proyecto, pero no intervienen directamente en la generación del servicio. a diferencia de las inversiones fijas, están sujetas a amortización y se recuperan a largo plazo. Estas podrían ser:
  - Gastos de instalación, Organización y constitución jurídica de la empresa.
  - Pago de permisos o derechos requeridos por las diversas autoridades federales, estatales o municipales.
  - Patentes, licencias o franquicias
  - Estudios previos requeridos tales como: mecánica de sueldos topográficos, encuestas, investigaciones de mercado, etc.
  - Pagos realizados por anticipado tales como: primas de seguro, rentas.

### ***8.3.3 Punto de Equilibrio***

El punto de equilibrio es aquel nivel de operaciones en el que los ingresos son iguales en importe a sus correspondientes en gastos y costos. Muestra una situación en la que la empresa no gana ni tampoco pierde, y se efectúan para determinar los niveles más bajos de producción o bien podría realizar ventas a los cuales puede funcionar un proyecto sin poner en peligro la viabilidad financiera. Se utiliza para designar un nivel de operaciones.

Entre más bajo sea el punto de equilibrio, serán mayores las probabilidades de que en el proyecto obtenga utilidades y menor el riesgo de incurrir en pérdidas. Para idea de emprendimiento se iniciaría con la fabricación de 50 medidores de energía ya que este sería una cantidad considerable para tener mayores probabilidades de obtener ganancias y menos riesgos de pérdidas.

**Figura 35**

*Tiempo de retorno de la inversión para fabricación de 50 medidores de corriente eléctrica.*



Fuente propia: Rodríguez (2022)

**8.3.4 TIR (Tasa Interna de Retorno)**

En esta parte vamos a visualizar claramente si el proyecto es factible o no, tomando en cuenta otras opciones de inversión de menor riesgo. Aquí veremos la viabilidad de nuestro proyecto de empresa, vamos a determinar la rentabilidad de los cobros y pagos generados por la inversión.

**8.3.4.1 Para qué Sirve la Tasa Interna de Retorno (TIR) a la hora de Invertir.** En el mundo en el que estamos, se encuentre en constante cambio tanto políticos, sociales y económicos que los mercados difícilmente logran anticipar. En este panorama las personas tenemos un gran desafío a la hora de decidir dónde invertir nuestro dinero. Existen muchas fórmulas de inversión, como por ejemplo las series de fondos, pero los negocios siempre serán una alternativa muy atractiva, y la TIR es muy útil para evaluar este tipo de inversión.

**8.3.4.2 Cómo Calcular la TIR.** Para comprender mejor el cálculo de la TIR, hay que conocer la fórmula VAN (Valor Actual Neto), la cual calcula los flujos de caja (ingresos menos gastos netos) descontando la tasa de interés que se podría haber obtenido, menos la inversión inicial. Al descontar la tasa de interés que se podría haber obtenido de otra inversión de menor riesgo, todo beneficio mayor a cero será en favor de la empresa respecto de la inversión de menor riesgo. De esta forma, si el VAN es mayor a 0, vale la pena invertir en el proyecto, ya que se obtiene un beneficio mayor.

**8.3.4.3 Tasa Interna de Retorno (TIR) Análisis de la Rentabilidad.** Para realizar el análisis de viabilidad de la empresa, la tasa de rendimiento interno debe ser comparada con una “tasa mínima de corte”, que representa el costo de oportunidad de la inversión. Se trata de dos porcentajes que pueden ser comparados de forma directa, y el que sea mayor, representará entonces una mayor rentabilidad.

De esta forma, se puede realizar una comparación simple entre ambos porcentajes y de acuerdo con esta comparación se determina si el proyecto se debe o no se debe llevar a cabo. El análisis de la TIR es el siguiente, donde  $r$  es el costo de oportunidad:

- Si  $TIR > r$  entonces se rechazará el proyecto.
- Si  $TIR < r$  entonces se aprobará el proyecto.

## **8.4 Creación de Prototipo**

En esta sección se detallará y explicara paso a paso todo el proceso que se llevó a cabo para la realización del proyecto de diseño e implementación del sistema de medición y monitoreo de corriente eléctrica para unidad de aire acondicionado.

Un prototipo de producto o servicio es una técnica que se emplea para materializar ideas y propuestas de soluciones, con el fin de obtener una versión inicial y así poder probar y evaluar si dichos productos o servicios cumplen con los objetivos definidos. Este proceso permite testear de manera oportuna estas ideas y propuestas antes de desplegarlas a gran escala, además de descubrir oportunidades de mejora en las etapas previas a su diseño definitivo.

### ***8.4.1 Beneficios de Realizar un Prototipo***

Nos ayuda a desarrollar diferentes opciones de solución y establecer lineamientos de cara a la propuesta de diseño final de un producto o servicio. Un prototipo nos ayuda a:

- Testear, validar nuevas ideas rápidamente.
- Entender las claves de la interacción del usuario.
- Mejorar la experiencia de uso e iterar sobre ello.
- Fallar en forma temprana y a bajo costo.
- Validar el detalle del diseño de la apariencia: Definir el propósito de tamaños, colores, sombras, etc.
- Hay muchas formas de hacer prototipos, depende del tipo de idea que tengas; no es lo mismo la construcción de un prototipo de un producto o de servicio.

### ***8.4.2 Características de un Prototipo***

- Concreto y tangible
- Funcionalidades básicas

- Beneficios máximos
- Rápido
- Barato
- Desechable

#### **8.4.3 Etapas para Diseñar e Implementar un Prototipo:**

- **Define los requerimientos y variables.** Lo primero es saber qué vamos a explorar, cuál es el propósito del prototipo, qué elementos se requieren. El objetivo del proyecto a desarrollar es implementar un sistema de medición y monitoreo de corriente eléctrica para unidad de aire acondicionado.
- **Define las herramientas para el diseño y testeo.** Una de las herramientas que se usara para el diseño del montaje del medidor es el Arduino IDE 1.8.19, Autodesk Fusion 360 y Autodesk Inventor Professional 2021
- **Diseña el prototipo de tu idea.** Analiza qué tipo de prototipo es el más adecuado y evalúa factores como el diseño, montaje, ergonomía, materiales, formas, dimensiones, entre otros.
- **Testea el prototipo.** Da a conocer el prototipo a los usuarios, observa y registra el desempeño del prototipo, y permite al usuario aportar ideas.
- **Analiza los resultados y aprendizajes.** A partir de la definición inicial y el desempeño del prototipo, perfecciona el concepto de solución.

#### ***8.4.4 Paso a Paso del Desarrollo del Prototipo***

1. Se selecciona y se estudia el proyecto.
  2. Se procede a recolectar datos.
  3. Se diseña el proyecto
  4. Se planifica el proceso de ejecución.
  5. Se establecen los alcances y objetivos del proyecto.
  6. Se determinan los recursos que se necesitan para la ejecución del proyecto.
  7. Se determina el material y equipo a utilizar.
  8. Se cotizan materiales y equipos.
  9. Se diseña el case donde se hará la instalación del medidor.
  10. Se inicia revisión de unidad donde implementara el medidor
  11. Se verifica donde se conectará el sensor en la unidad
  12. Se prepara componentes para iniciar armado del medidor
  13. Se inicia con las conexiones de los componentes.
  14. Se inicia con el proceso de programación en Arduino IDE 1.8.19.
  15. Se realizan pruebas para calibrar y verificar el código programación.
  16. Se procede a montaje de los componentes al case.
  17. Se procede a la instalación del medidor en la unidad.
  18. Se procede a realizar pruebas de funcionamiento.
  19. Se entrega trabajo final a empresa.
- Se procedió a tomar datos de la unidad de aire acondicionado tipo paquete, para verificar el espacio donde se instalará el medidor y validar las conexiones en la unidad, se recolectaron fotografías del estado de la unidad.

**Figura 36**

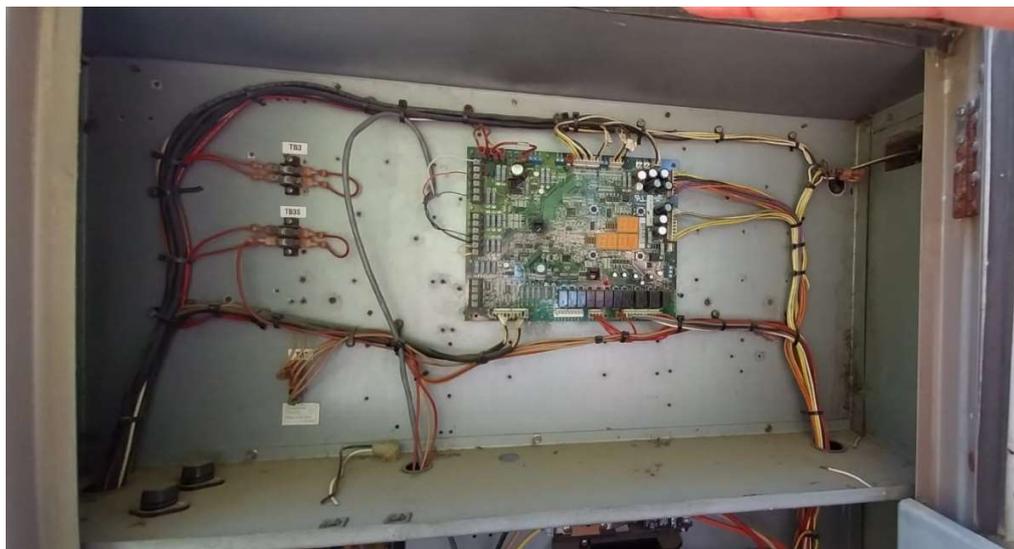
*Unidad tipo paquete de aire acondicionado, donde implementara el medidor de corriente.*



*Fuente propia: Rodríguez (2022)*

**Figura 37**

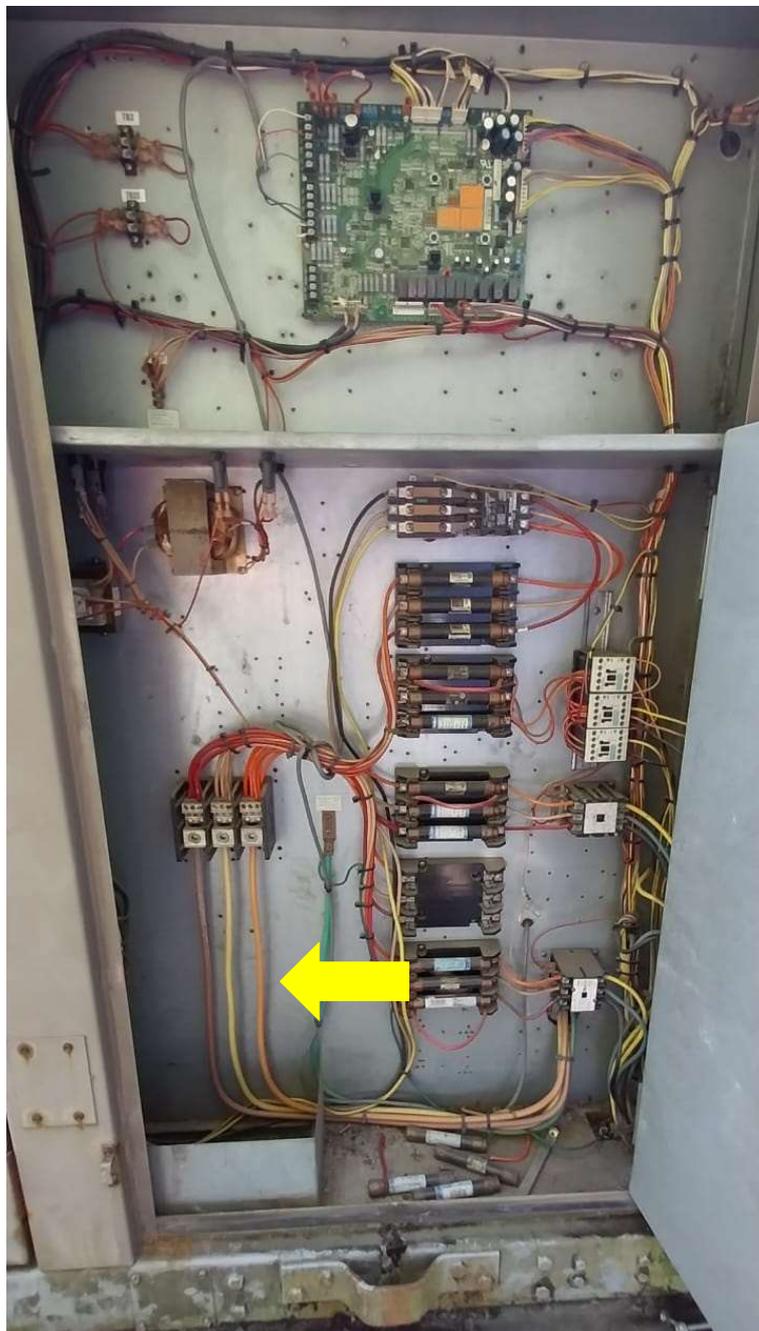
*En esta parte de la unidad se instalará el medidor, cerca del controlador del termostato. Ya que es un espacio ideal para que personal encargado recolecte mediciones.*



*Fuente propia: Rodríguez (2022)*

**Figura 38**

*En una de líneas de alimentación se colocará el sensor SCT013*



*Fuente propia: Rodríguez (2022)*

- Estos son algunos de los componentes que se utilizarán para ejecutar el sistema de medición y monitoreo de corriente eléctrica para unidad de aire acondicionado, listo para conectar y realizar pruebas de funcionamiento.

**Figura 39**

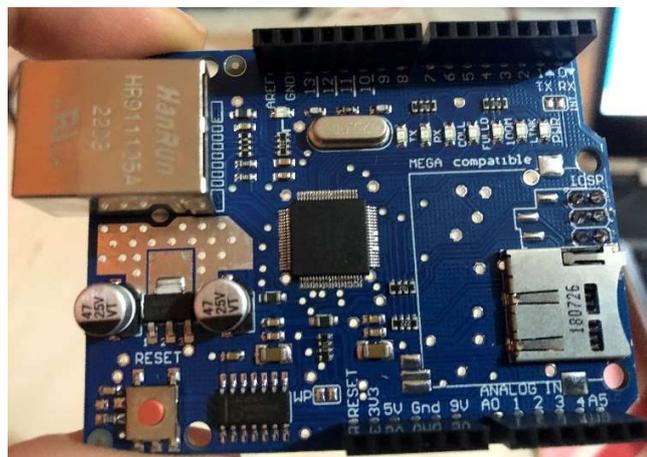
*Arduino Uno*



*Fuente propia: Rodríguez (2022)*

**Figura 40**

*Módulo Arduino Shield Ethernet*



*Fuente propia: Rodríguez (2022)*

**Figura 41**

*Sensor SCT-013*



*Fuente propia: Rodríguez (2022)*

**Figura 42**

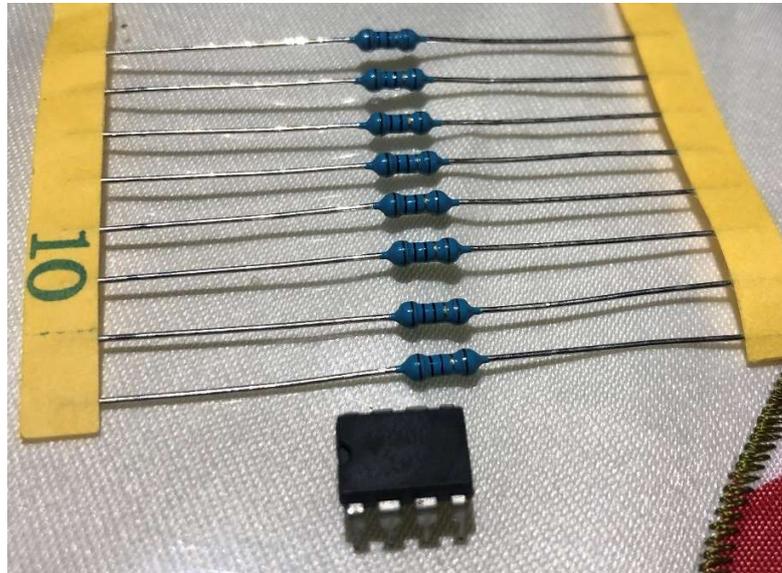
*Display Oled SH1106*



*Fuente propia: Rodríguez (2022)*

**Figura 43**

*Resistencias de 10 ohms y circuito integrado LM358*



*Fuente propia: Rodríguez (2022)*

**Figura 44**

*Placa perforada para conexión de circuito LM358 y resistencias por medio de soldadura estaño.*

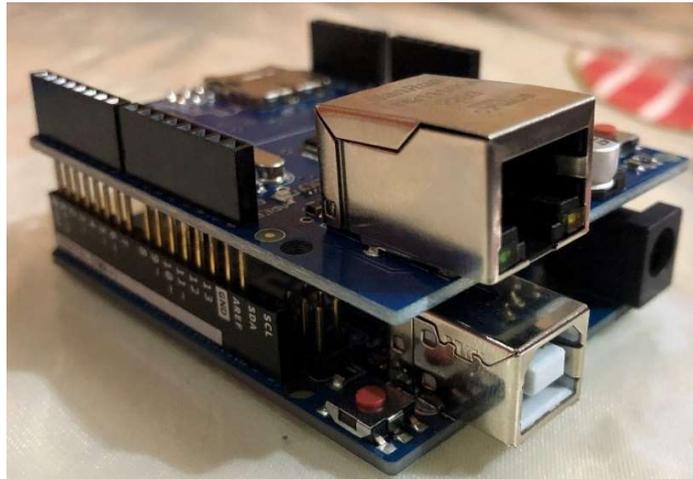


*Fuente propia: Rodríguez (2022)*

- Como siguiente paso, se procedió a realizar las conexiones, con mucho cuidado por los pines del módulo ethernet en el arduino uno y también se colocó el circuito LM380 en la placa perforada para soldar con las resistencias y cables.

### Figura 45

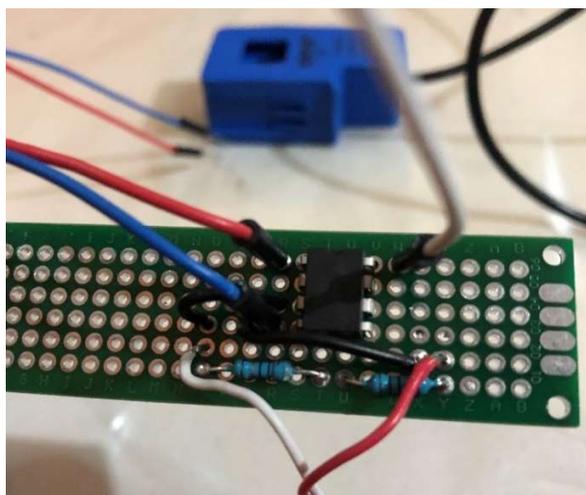
*Conexión del módulo shield ethernet en arduino uno*



*Fuente propia: Rodríguez (2022)*

### Figura 46

*Circuito LM380 soldado en placa perforada junto con las resistencias.*



*Fuente propia: Rodríguez (2022)*

- Una vez realizadas las conexiones tanto del arduino UNO con el Modulo Ethernet, la pantalla SH1106 y el sensor sensor SCT-013 con el circuito integrado LM358 se procedió a cargar el código de programación al arduino UNO para después proceder a realizar pruebas, de esta manera se logró terminar con éxito el funcionamiento del proyecto.

**Figura 47**

*Código de programación del medidor corriente eléctrica.*

```

MEDIDOR_ENERGIA Arduino 1.8.19
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda

MEDIDOR_ENERGIA
#include "Usglib.h"
#include "ThingSpeak.h"
#define USE_ETHERNET_SHIELD
#include <SPI.h>
#include <Ethernet.h>
byte mac[] = { 0xDE, 0xAD, 0xBE, 0xEF, 0xFE, 0xED};
EthernetClient client;

EthernetServer server(80);
U8GLIB_SH1106_128X64 u8g(U8G_I2C_OPT_NONE);
float intensidad;
float sensor;
float potencia;
unsigned long myChannelNumber = 1768971;
const char * myWriteAPIKey = "IUH9PYH8972CGA0e";
unsigned long interval=15000;
unsigned long previousMillis=0;
long retardo2=millis();

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  analogReference(INTERNAL);
  Ethernet.begin(mac);
  ThingSpeak.begin(client);
  Serial.println(Ethernet.localIP());
}

void loop() {
  float ondac=0;
  long retardo=millis();

  int s=0;
  while(millis()-retardo<1000)
  {
    //Ecuaciones para el calculo de corriente y potencia
    sensor = analogRead(A0) * (1.1 / 1023.0);
    intensidad=sensor*100.0;
    ondac=ondac+sq(intensidad);
    s=s+1;
    delay(1);
  }
  ondac=ondac*2;
  intensidad=sqrt((ondac)/s);
  potencia=intensidad*120.0;
  Serial.print("Corriente: ");
  Serial.print(intensidad,4);
  Serial.print(" Amperes, Potencia: ");
  Serial.print(potencia,4);
  Serial.println(" Watts");

  //Sube los datos thinspeak.com
  unsigned long currentMillis = millis();

  if ((unsigned long)(currentMillis - previousMillis) >= interval) {
    ThingSpeak.writeField(myChannelNumber, 1, potencia, myWriteAPIKey);
    previousMillis = millis();
  }

  //Crea un servidor web donde se muestra el valor de la intensidad
  EthernetClient client = server.available();
  if (client) {
    Serial.println("new client");
    boolean currentLineIsBlank = true;
    while (client.connected()) {
      if (client.available()) {
        char c = client.read();
        Serial.write(c);
        if (c == '\n' && currentLineIsBlank) {
          client.println("HTTP/1.1 200 OK");
          client.println("Content-Type: text/html");
          client.println("Connection: close");
          client.println("Refresh: 3");
          client.println();
          client.println("<!DOCTYPE HTML>");
          client.println("<html>");
          client.println("Corriente: ");
          client.print(intensidad, 4);
          client.println(" Potencia: ");
          client.print(potencia, 4);
          client.println("<br />");
          client.println("</html>");
          break;
        }
      }
      if (c == '\n') {
        currentLineIsBlank = true;
      } else if (c != '\r') {
        currentLineIsBlank = false;
      }
    }
    delay(1);
    client.stop();
    Serial.println("Client disconnected");
  }

  //Muestra en la pantalla los valores obtenidos de intensidad y potencia
  u8 {
    draw();
    while( u8g.nextPage() )
    delay(50);
  }

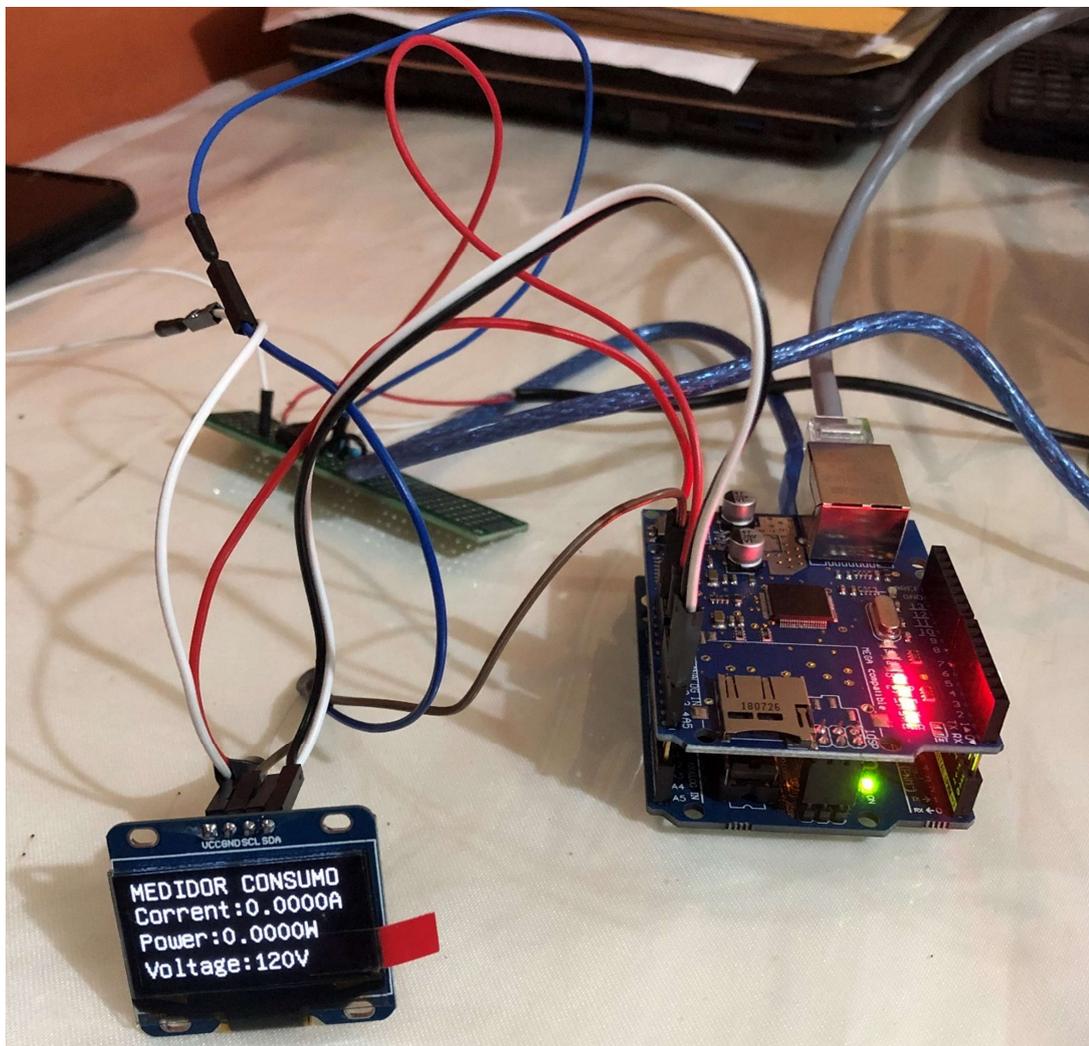
  void draw(void) {
    u8g.setFont(u8g_font_unifont);
    u8g.setPrintPos(0, 10);
    u8g.print("MEDIDOR ENERGIA");
    u8g.setFont(u8g_font_unifont);
    u8g.setPrintPos(0, 25);
    u8g.print("Corrient: ");
    u8g.print(intensidad,4);
    u8g.print("A");
    u8g.setPrintPos(0, 42);
    u8g.print("Power:");
    u8g.print(potencia,4);
    u8g.print("W");
    u8g.setPrintPos(0, 60);
    u8g.print("Voltage:120V");
  }
}

```

*Fuente propia: Rodríguez (2022)*

**Figura 48**

*Medidor de consumo de corriente funcionando*



*Fuente propia: Rodríguez (2022)*

- Se procedió a la instalación de todos los componentes en un case, donde se colocaron de la mejor manera ordenada, verificando las conexiones y el correcto funcionamiento.

### Figura 49

*Componentes instalados en case para protección de los mismos.*



*Fuente propia: Rodríguez (2022)*

**Figura 50**

*Medidor y monitoreo de corriente eléctrica terminado.*



*Fuente propia: Rodríguez (2022)*

- Por último, se procedió a la instalación del medidor en la unidad de aire acondicionado tipo paquete ubicado en Lear Corporation Green Valley, se instaló en la parte frontal de la unidad donde las lecturas son más visibles para el personal de mantenimiento, aquí se tuvieron que hacer varios cambios, para poder acomodar el medidor de energía.

### Figura 51

*Midiendo el voltaje y amperaje en la unidad. Resultados 480V y 41A*



*Fuente propia: Rodríguez (2022)*

### Figura 52

*Instalando el sensor SCT-013 en unas de las líneas primarias.*



*Fuente propia: Rodríguez (2022)*

**Figura 53**

*Sensor SCT-013 instalado de la mejor manera en la unidad.*



*Fuente propia: Rodríguez (2022)*

**Figura 54**

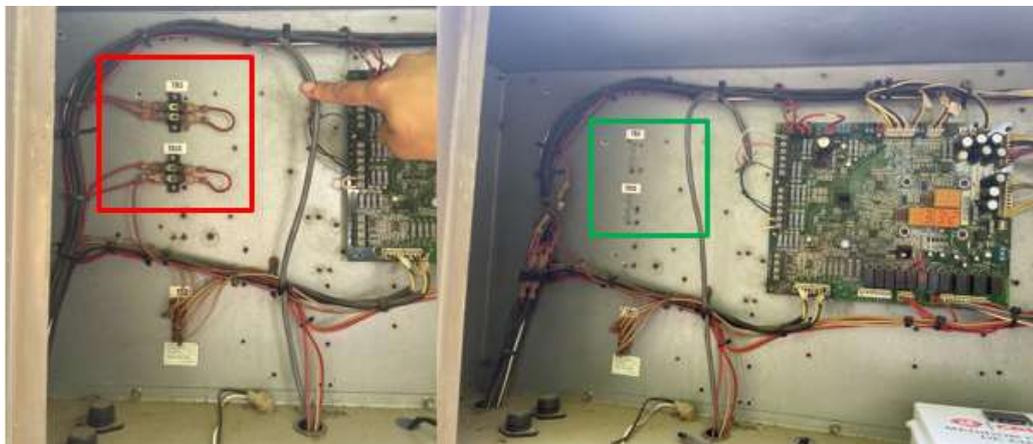
*Conexión del sensor SCT-013 en la placa arduino y se verificaron las demás conexiones.*



*Fuente propia: Rodríguez (2022)*

**Figura 55**

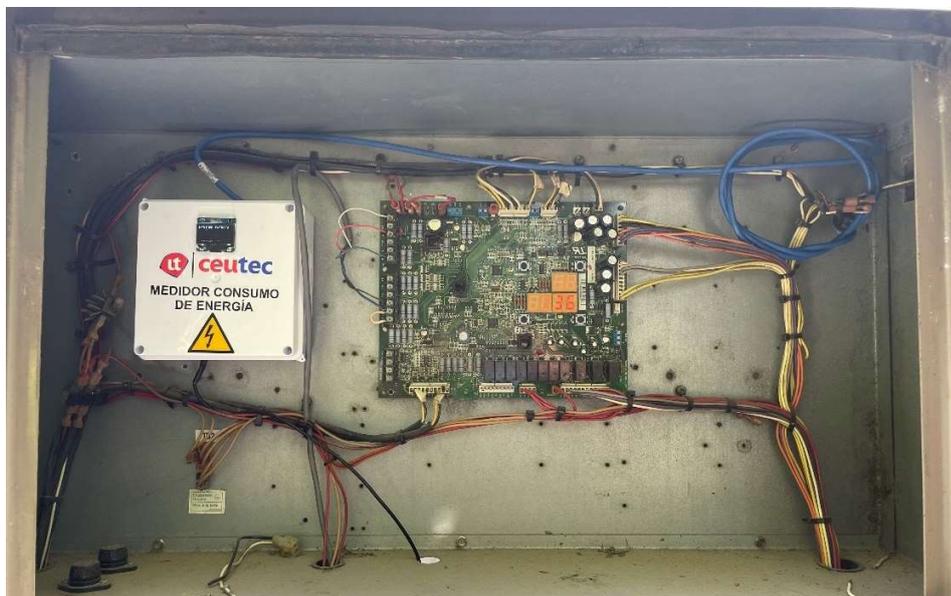
*Se quitaron dos puentes para colocación del medidor en esa parte de la unidad.*



*Fuente propia: Rodríguez (2022)*

**Figura 56**

*Medidor instalado con sus conexiones correspondientes y funcionando sin problemas.*



*Fuente propia: Rodríguez (2022)*

**Figura 57**

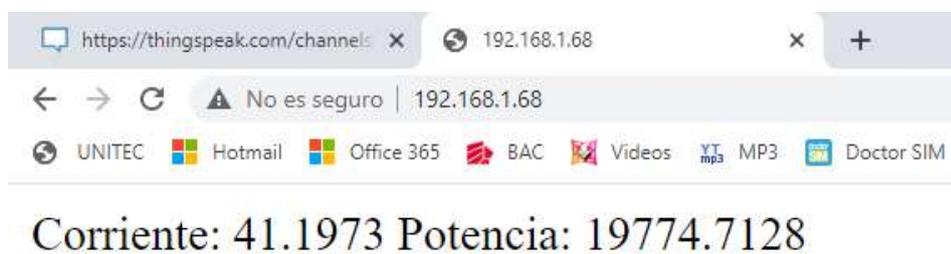
*Resultados medición en display SH1106 de la unidad de aire acondicionado tipo paquete.*



*Fuente propia: Rodríguez (2022)*

**Figura 58**

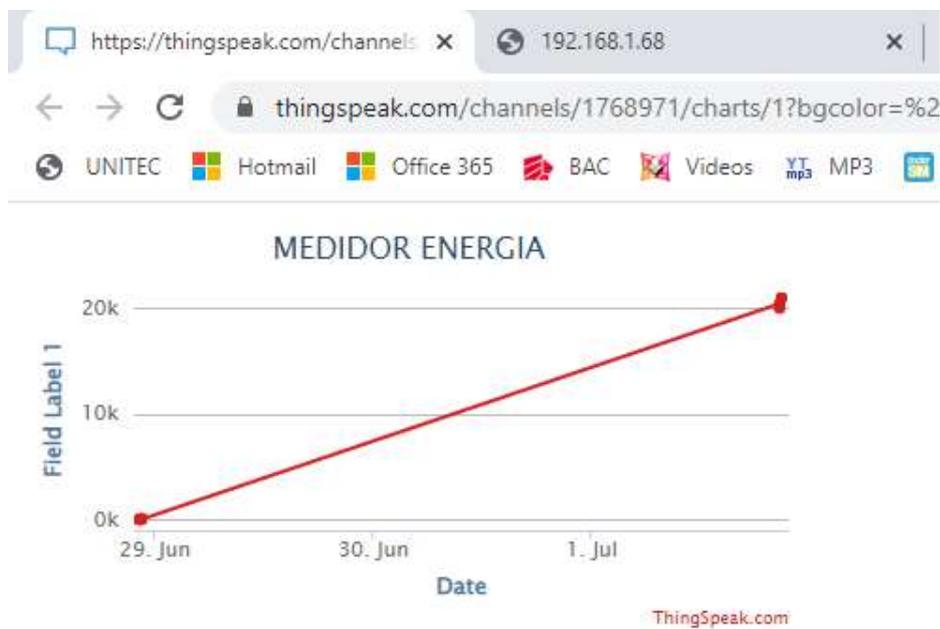
*Resultados medición en IP de red local de la unidad de aire acondicionado tipo paquete.*



*Fuente propia: Rodríguez (2022)*

**Figura 59**

*Resultados medición en thingspeak de la unidad de aire acondicionado tipo paquete.*



*Fuente propia: Rodríguez (2022)*

## IX. Conclusiones

Existe una gran demanda en la utilización de estos medidores, esto se debe a la necesidad de las empresas el poder implementar sistemas de medidores de corriente eléctrica. Es por eso, que, en resultado a la investigación, evaluación y análisis en este proyecto de mejora e implementación. Se logran determinar todas las características y factores necesarios para ejecutarlo, y podemos concluir que:

- Se pudieron determinar cuáles eran los elementos más aptos para la implementación de un sistema de medición y monitoreo de corriente eléctrica para unidad de aire acondicionado, esto a través del estudio de los diferentes equipos de medidores industriales.
- Con la implementación del medidor se dio solución efectiva al problema de lecturas mal tomadas o no tomadas, las cuales implicaban recurso de personal para moverse el sitio donde se encontraba la unidad tipo paquete de aire acondicionado y realizar las mediciones.
- Se logró monitorear la corriente eléctrica a través la red local y del servidor web desde cualquier lugar.
- Se logró definir el sensor más recomendable, por sus características de operación, tales como rangos de corrientes y potencia.
- Durante el análisis de varios equipos microcontroladores, se determinó que el Arduino Uno es el más recomendable, ya que a este se puede agregar varios módulos, para hacer mejoras a futuro del proyecto, dependiendo las necesidades que puedan surgir.

- El diseño y programación cubrió todos los escenarios posibles a la hora de la puesta en marcha del proyecto, cabe mencionar que se utilizará el IDE (Integrated Development Environment) para su elaboración.

## **X. Recomendaciones**

Una vez concluido todo el proceso de investigación y estudio para la puesta en marcha de esta implementación se propone:

- Siempre es recomendable aislar en el circuito de acoplé la etapa de mayor voltaje con la de menor voltaje. Con el fin evitar daños al microprocesador. Una forma de hacerlo es por de alimentación de voltaje por una batería 9V
- Para un mejor funcionamiento se puede instalar un sistema de alimentación asistido por baterías. Con el fin de asegurar su completa autonomía en caso de fluctuaciones o desconexiones en el sistema eléctrico; para que entre en operación de nuevo sin la necesidad de asistencia.
- Brindar algún tipo de capacitación al personal encargado de operar el medidor, para cuando se requiera de una mejora del mismo.
- Contar con personal altamente calificado que puede sobrellevar cualquier situación que se presente con el medidor instalado.

## XI. Bibliografía

- A9MEM3155 | Medidor de energía Schneider Electric serie Acti 9 iEM3000, display LCD, con 10 dígitos, 1, 3 fases | RS Components.* (s. f.). Recuperado 7 de marzo de 2022, de <https://es.rs-online.com/web/p/medidores-de-energia/9139687>
- Ahedo, J. (s. f.). *Como funciona el módulo Arduino Ethernet Shield—Web-Robótica.com.* Recuperado 8 de marzo de 2022, de <https://www.web-robotica.com/arduino/como-funciona-el-modulo-arduino-ethernet-shield>
- Arduino Uno Rev3.* (s. f.). Arduino Official Store. Recuperado 8 de marzo de 2022, de <http://store.arduino.cc/products/arduino-uno-rev3>
- Cómo controlar la energía eléctrica que gasta cada aparato de tu casa. (2017). *El As.* <https://www.proquest.com/docview/1859982104/abstract/1CADE1E53F884364PQ/110>
- Contadores\_SP\_Cat.pdf.* (s. f.). Recuperado 7 de marzo de 2022, de [http://circuitor.com/docs/Contadores\\_SP\\_Cat.pdf](http://circuitor.com/docs/Contadores_SP_Cat.pdf)
- Cornejo, J. (2015). *La nueva facturación de la energía eléctrica.* Ediciones Experiencia. <https://elibro.net/es/ereader/unitechn/41994>
- Corriente Eléctrica—Concepto, intensidad, tipos y efectos. (s. f.). *Concepto.* Recuperado 13 de marzo de 2022, de <https://concepto.de/corriente-electrica/>
- Corvo, H. S. (2021, febrero 20). Análisis de la oferta: En qué consiste, cómo se hace, ejemplo. *Lifeder.* <https://www.lifeder.com/analisis-oferta/>
- ¿Cuál es la tierra de Arduino?* (s. f.). Quora. Recuperado 13 de marzo de 2022, de <https://es.quora.com/Cuál-es-la-tierra-de-Arduino>

*Determinación de la organización humana y jurídica que se requiere para la.* (s. f.). Recuperado

28 de mayo de 2022, de [https://1library.co/article/determinaci%C3%B3n-](https://1library.co/article/determinaci%C3%B3n-organizaci%C3%B3n-humana-jur%C3%ADdica-requiere.yngmw61z)

[organizaci%C3%B3n-humana-jur%C3%ADdica-requiere.yngmw61z](https://1library.co/article/determinaci%C3%B3n-organizaci%C3%B3n-humana-jur%C3%ADdica-requiere.yngmw61z)

DIAACO. (2022). Los medidores ‘inteligentes’ llegan a 6 millones de usuarios: Empresas como

Enel Codensa, Air-e, Celsia, Surtigas y Afinia vienen implementando las unidades de

última generación. Vanti y Gases del Caribe, los próximos en hacerlo. *Portafolio*.

<https://www.proquest.com/docview/2626187730/citation/41281BE2C9884CF6PQ/2>

*Diagrama de flujo.* (s. f.). Recuperado 28 de mayo de 2022, de

<http://beimanhernandez.blogspot.com/2016/01/diagrama-de-flujo.html>

*Display Oled 1.3" I2C 128\*64 SH1106.* (s. f.). Naylamp Mechatronics - Perú. Recuperado 8 de

marzo de 2022, de [https://naylampmechatronics.com/oled/638-display-oled-i2c-130-](https://naylampmechatronics.com/oled/638-display-oled-i2c-130-12864-sh1106.html)

[12864-sh1106.html](https://naylampmechatronics.com/oled/638-display-oled-i2c-130-12864-sh1106.html)

Esquerra Pizà, P. (2009). *Dispositivos y sistemas para el ahorro de energía*. Marcombo.

<https://elibro.net/es/ereader/unitechn/45849>

Fuentes de Información—Concepto, tipos, ejemplos, confiabilidad. (s. f.). *Concepto*. Recuperado

13 de marzo de 2022, de <https://concepto.de/fuentes-de-informacion/>

Fxramirez. (2015, marzo 5). Manual del Investigador: Técnicas de Investigación: Procedimientos del Trabajo. *Manual del Investigador*.

<https://manualdelinvestigador.blogspot.com/2015/03/tecnicas-de-investigacion.html>

Gandhi, M. (2019, noviembre 27). Qué es un sistema de control y qué tipos hay. *AUTYCOM*.

<https://www.autycom.com/que-es-un-sistema-de-control/>

*Industriasgsl.com / Venta de Suministros Industriales.* (s. f.). Industrias GSL. Recuperado 28 de

noviembre de 2021, de <https://www.industriasgsl.com/>

Leal. (2018).

*Matriz\_metodologica.pdf*. (s. f.). Recuperado 13 de marzo de 2022, de

[https://multimedia.uned.ac.cr/pem/transformando\\_matematica/documentos/matriz\\_metodologica.pdf](https://multimedia.uned.ac.cr/pem/transformando_matematica/documentos/matriz_metodologica.pdf)

*Medicion\_Electronica\_Energia-Bravo.pdf*. (s. f.). Recuperado 27 de febrero de 2022, de

[http://www.osinerg.gob.pe/newweb/uploads/Publico/Foro\\_Electricidad\\_Ica\\_2011/Medicion\\_Electronica\\_Energia-Bravo.pdf](http://www.osinerg.gob.pe/newweb/uploads/Publico/Foro_Electricidad_Ica_2011/Medicion_Electronica_Energia-Bravo.pdf)

*METSEPM5100—Central de medida PM5100 CI0.5 | Schneider Electric Chile*. (s. f.-a).

Recuperado 7 de marzo de 2022, de

<https://www.se.com/cl/es/product/METSEPM5100/central-de-medida-pm5100-ci0-5/>

*METSEPM5100—Central de medida PM5100 CI0.5 | Schneider Electric Chile*. (s. f.-b).

Recuperado 23 de mayo de 2022, de

<https://www.se.com/cl/es/product/METSEPM5100/central-de-medida-pm5100-ci0-5/>

*Organizacion Jerarquica*. (s. f.). Enciclopedia Financiera. Recuperado 28 de mayo de 2022, de

<http://www.encyclopediafinanciera.com/organizaciondeempresas/estructura-organizacion/organizaciones-jerarquicas.htm>

Pepper, S. (2011). Levantamiento y descripción de los procesos. *Medwave*, 11(06).

<https://doi.org/10.5867/medwave.2011.06.5057>

*Preguntas de investigacion*. (2017).

*¿Qué es Arduino?* | *Arduino.cl - Compra tu Arduino en Línea*. (2014, noviembre 20).

<https://arduino.cl/que-es-arduino/>

*¿Qué es un estudio de mercado?* | *QuestionPro*. (s. f.). Recuperado 13 de mayo de 2022, de

<https://www.questionpro.com/es/estudio-de-mercado.html>

*Recolección de datos | Metodología de la investigación para el área de la salud, 2e |*

*AccessMedicina | McGraw Hill Medical.* (s. f.). Recuperado 13 de marzo de 2022, de <https://accessmedicina.mhmedical.com/content.aspx?bookid=2448&sectionid=193961136>

Sánchez Hernández, M. Á. (Vaveluin). (2017). *Montaje de los cuadros de control y dispositivos eléctricos y electrónicos de los sistemas domóticos e inmóticos*. RA-MA Editorial. <https://elibro.net/es/ereader/unitechn/106576?page=16>

¿Se puede reducir el consumo de energía con una ‘app’? Dos paisas la inventaron. (2021). *Semana*.

<https://www.proquest.com/docview/2588511900/citation/41281BE2C9884CF6PQ/13>

*Sensor de Corriente AC 100A no invasivo—SCT-013-000.* (s. f.). Naylamp Mechatronics - Perú. Recuperado 8 de marzo de 2022, de <https://naylampmechatronics.com/sensores-corriente-voltaje/227-sensor-de-corriente-ac-100a-no-invasivo-sct-013-000.html>

Tecnología, D. E. de G. de. (s. f.). *Contador inteligente creado por la Facultad de Ingeniería mide el consumo en lempiras*. Recuperado 7 de marzo de 2022, de <https://presencia.unah.edu.hn/noticias/contador-inteligente-creado-por-la-facultad-de-ingenieria-mide-el-consumo-en-lempiras/>

TECNOLOGIA!: TIPOS DE SISTEMAS DE CONTROL. (2016, abril 12). TECNOLOGIA!: TIPOS DE SISTEMAS DE CONTROL. *TECNOLOGIA!* <http://tecnologiagama2000seda.blogspot.com/2016/04/tipos-de-sistemas-de-control.html>

*Tutorial sensor de corriente AC no invasivo SCT-013.* (s. f.). Naylamp Mechatronics - Perú. Recuperado 13 de marzo de 2022, de [https://naylampmechatronics.com/blog/51\\_tutorial-sensor-de-corriente-ac-no-invasivo-sct-013.html](https://naylampmechatronics.com/blog/51_tutorial-sensor-de-corriente-ac-no-invasivo-sct-013.html)