

Escuela Superior Politécnica del Litoral
Facultad de Ingeniería en Computación y Electricidad

Título del trabajo

Diseño e implementación de un sistema de monitoreo IoT de tensión y corriente para medir consumo eléctrico en tableros industriales.

Proyecto Integrador

Previo la obtención del Título de:

Ingeniero en Electrónica y Automatización Industrial

Presentado por:

Luis Anthony Villacís Morán

Guayaquil - Ecuador

Año: 2023

Dedicatoria

El presente proyecto está dedicado a todas las personas que me han ayudado a lo largo de mi formación académica, mi familia, mis amigos Carlos Vallejo, Juan Letechi, Jose Luis, Miguel Murillo, Luis Ante, Jaime Macias, por su gran aporte académico y emocional, otro grupo de personas a la cual dedico este trabajo es al grupo de whatsapp de Auto2 los cuales fueron un apoyo importante para llegar a estas instancias de mi recorrido académico gracias a Joel parra, bryan macias, kevin sarmiento, kevin yagual, Hernan alvarez, Andres Flores, Alexis Tuarez, Jonathan Garcia y Christian Castillo, los cuales aportaron con una mano en mis últimos semestres, por último también le dedico a mis perras las cuales desde el 2016 me vienen acompañando en mis noches de desvelo.

Agradecimientos

Mi más sinceros agradecimientos a DIOS por darme la fuerza, salud y el aguante para culminar este largo camino para poder titularme , tambien mis mas sinceros agradecimientos a las personas a las que les he dedicado este trabajo de titulación, gracias a ellos por sus aportes los cuales pueden ver el fruto de su apoyo en este trabajo de titulación.

Declaración Expresa

Yo Luis Anthony Villacis Moran acuerdo y reconozco que la titularidad total y exclusiva sobre los derechos patrimoniales de patente de invención, modelo de utilidad, diseño industrial, información no divulgada y cualquier otro derecho o tipo de Propiedad Intelectual que corresponda o pueda corresponder respecto de cualquier investigación, desarrollo tecnológico o invención realizada durante el desarrollo de su trabajo de titulación, incluyendo cualquier derecho de participación de beneficios o de valor sobre titularidad de derechos, pertenecerán de forma total, perpetua, exclusiva e indivisible a LA ESPOL, sin limitación de ningún tipo. Se deja además expresa constancia de que lo aquí establecido constituye un “previo acuerdo”, así como de ser posible bajo la normativa vigente de transferencia o cesión a favor de la ESPOL de todo derecho o porcentaje de titularidad que pueda existir.

Sin perjuicio de lo anterior los alumnos firmantes de la presente declaración reciben en este acto una licencia de uso gratuita e intransferible de plazo indefinido para el uso no comercial de cualquier investigación, desarrollo tecnológico o invención realizada durante el desarrollo de su trabajo de titulación, sin perjuicio de lo cual deberán contar con una autorización previa expresa de la ESPOL para difundir públicamente el contenido de la investigación, desarrollo tecnológico o invención.

Así también autorizamos expresamente a que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra o invento, por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual.

Guayaquil, 29 de agosto del 2023.

Luis Anthony Villacis Moran

Evaluadores

Efren Herrera, Ph.D.

Profesor de Materia

Dennys Paillacho, Ph.D.

Tutor de proyecto

Resumen

Por lo general, las tareas relacionadas con el monitoreo de tableros eléctricos tienden a ser reactivas en lugar de preventivas. Por esta razón, la presente investigación propone desarrollar un dispositivo IoT diseñado para medir los parámetros de voltaje y corriente en tableros eléctricos, y transmitir estos datos mediante el protocolo MQTT. Esto permitirá visualizar en tiempo real las mediciones del tablero. La razón detrás de esto radica en la existencia de empresas que se enfocan en sistemas industriales y la venta de equipos, y que están encargadas de solucionar problemas que puedan surgir en los equipos. En muchos casos, reciben solicitudes de garantía y deben gestionar su logística para desplazarse al sitio con personal de taller. Además, es común que los problemas reportados sean de naturaleza eléctrica. Por lo tanto, se propone un dispositivo IoT de bajo costo utilizando el dispositivo ESP-32, junto con un esquema IoT completo que permita visualizar la información de manera gráfica. También se considera cuidadosamente el aspecto de costos, buscando evaluar el retorno que este proyecto pueda generar.

Palabras Claves: IoT, IIoT, ESP-32, MQTT .

Abstract

The tasks about the monitoring of electrical panels is usually intended to act reactively, but not preventively, which is why this research proposes to make an IoT device to measure the voltage and current parameters in electrical panels and transmit them via MQTT protocol so that you can view real-time measurements of the board, this is because there are companies with business models focused on the design of industrial systems and equipment sales, which are responsible for responding to the problems presented by the equipment, in many cases they often receive requests for warranties so they have to manage their logistics to move to the site with workshop staff and many cases the problems are electrical, therefore a low cost IoT device is proposed using the ESP-32 device and with a complete IoT scheme so that information can be displayed graphically, in addition also takes into account the low cost part that is to see the return that can generate this project.

Keywords: *IoT, IIoT, ESP-32, MQTT*

ÍNDICE

RESUMEN	I
ABSTRACT	II
ÍNDICE	III
ABREVIATURAS	IV
ÍNDICE DE FIGURAS	V
ÍNDICE DE TABLAS	V
Capítulo 1	12
1.1 Introducción	13
1.2 Descripción del problema	14
1.3 Justificación del problema	14
1.4 Objetivos.	15
1.4.1 Objetivo general	15
1.4.2 Objetivos específicos	15
1.5 Marco teórico	16
1.5.1 Conectividad	16
1.5.2 Protocolos IoT	17
1.5.3 Calidad de Servicio - QoS	19
1.5.4 Arquitectura IoT	20
Capítulo 2	22
2.1 Metodología	23
2.2 Esquema general del proyecto	24
2.2.1 Esquema del hardware	24
2.1.2 Esquema Publicador-Cloud-Suscriptor	25
2.2 Selección de Equipos	26
2.2.1 Esp-32	27
2.2.2 SCT 013	28
2.2.3 Fuente DC	28
2.2.4 transformador de voltaje ZMPT 101B	28
2.3 protocolo de comunicación y servicio cloud	29
2.3.1 Protocolo MQTT	30
2.3.2 AWS	30
2.4 Lenguajes de Programación y Frameworks	30
2.4.1 C++	30
2.4.2 Node.Js	30
2.4.3 Vue.js	31
2.5 Diseño Electrónico	31
2.5.1 Diagrama esquemático	32
2.5.2 PCB y Vista 3D	33
2.6 Diseño del Prototipo	34
Capítulo 3	36
3.1 Resultados y Análisis	37

3.1.1 Analisis Economico	37
3.1.2 Amortización de costo de la solución	38
3.1.3 Análisis del ROI	39
3.1.4 Resultados	41
3.1.4.1 Resultados Simulados	41
3.1.4.2 Resultados Experimentales	44
3.1.4.3 Tabla de resultado	48
3.1.4.4 Resultados Servidor e interfaz	48
3.1.4.5 Impacto Economico	50
Capítulo 4	54
4.1 Conclusiones y Recomendaciones	54
4.1.1 Conclusiones	54
4.1.2 Recomendaciones	56
Referencias	57
ANEXOS	60
ANEXO I	61
ANEXO II	65
ANEXO III	66
ANEXO IV	67
ANEXO V	68
ANEXO VI	70
ANEXO VII	71
ANEXO VIII	72
ANEXO IX	73

Abreviaturas

PLC	Programador Logico Controlado
LAN	Local Area Network
WIFI	Wireless Fidelity
GSM	Global System Mobile
GPRS	General Packet Radio Service
LTE	Long Term Evolution
MQTT	Message Queue Telemetry Transport
HTTP	HyperText Transfer Protocol
CoAP	Constrained Application Protocol
M2M	Máquina a Máquina
QoS	Quality of Service
TCP	Protocolo de Control de Transmisión
UDP	User Datagram Protocol
USB	Serie Bus Universal
PCB	Placa de Circuito Impreso
LORA	Radio de Largo Alcance

Índice de figuras

Figura 1.1 Arquitectura IoT Fuente DiGi International	22
Figura 2.1 Flujo del esquema del hardware Fuente Autor	
Figura 2.2 Flujo del esquema IoT del proyecto Fuente Autor	27
Figura 2.3 Diagrama esquemático del Hardware Fuente Autor	34
Figura 2.4 Diagrama PCB del Hardware Fuente Autor	35
Figura 2.5 Vistas del diseño en 3D de izquierda a derecha a) vista superior izquierda b) vista superior derecha c) vista superior Fuente Autor	36
Figura 2.6 Vistas del diseño prototipo en 3D de izquierda a derecha a) vista frontal b) vista lateral derecha c) vista lateral izquierda d) vista superior Fuente Autor	37
Figura 3.1 circuito acondicionador de voltaje y corriente fuente Autor	42
Figura 3.2 Señal de corriente acondicionada fuente Autor	43
Figura 3.3 Señal de corriente acondicionada fuente Autor	44
Figura 3.4 señal acondicionada del sensor SCT013 con resistencia burden de 200 ohm fuente Autor	45
Figura 3.5 señal acondicionada del sensor SCT013 con resistencia burden de 22 ohm fuente Autor	46
Figura 3.6 señal del secundario del transformador 110/240 a 4 vpp fuente Autor	47
Figura 3.7 señal acondicionada del transformador de 110/240 V a 4 vpp fuente Autor	48
Figura 3.8 puesta en marcha del dispositivo IoT en un tablero electrico fuente Autor	50
Figura 3.9 Resultados del procesamiento mediante la esp-32 fuente Autor	50
Figura 3.10 Resultados de la interfaz al usuario fuente Autor	50
Figura 3.11 Gasto Operativo del área de taller	51
Figura 3.12 Ingresos Generados del área de taller	52

Índice de tablas

Tabla 2.1 .- Listado de materiales a usar en el proyecto.....	29
Tabla 2.2.- Características del ESP-32.....	30
Tabla 2.3.- Características del sensor de corriente SCT 013.....	31
Tabla 2.4.- Características del Transformador de voltaje ZMPT101B.....	32
Tabla 3.1.- Tabla de precios de los componentes y servicios en el mercado nacional e internacional.....	40
Tabla 3.2.- Tabla de vida util de los componentes.....	41

Tabla 3.3.- Tabla de depreciación anual de los componentes, equipos en el mercado nacional e internacional.....	42
Tabla 3.4.- Tabla de precios del equipo más la instalación en el ámbito nacional e internacional.....	42
Tabla 3.5.- Tabla de sueldo mínimo del personal tecnico.....	43
Tabla 3.6.- resultados de la señal acondicionada de corriente.....	51
Tabla 3.7.- resultados de la señal acondicionada de voltaje.....	51

Capítulo 1

1.1 Introducción

Los Tableros de control son esenciales en los sistemas eléctricos, ya que su función principal es el de regular el flujo de la electricidad para garantizar el funcionamiento eficaz y seguro del sistema esto se debe a los dispositivos o componentes que lo conforman internamente[1].

Tales dispositivos se categorizan en dispositivos de protección encargados de accionar ante cualquier cambio de tensión o corriente que se presente dentro del circuito eléctrico que controla el tablero también hay los componentes de acción y maniobra los cuales se encargan de cambiar el comportamiento de los componentes del circuito según los cambios externos que realice un operario para realizar cambios manuales o a su vez un controlador lógico programable-PLC que puede realizar cambios de manera automática basado en la programación interna que se le haya cargado. Finalmente están los componentes de señalización [2], los cuales cumplen la función de indicar las partes que están operando ya sea con normalidad dentro del circuito o a su vez indicar fallas presentes en este. La variabilidad de la tensión y la corriente puede tener un efecto sustancial en la eficacia del sistema, es uno de los aspectos más importantes de los paneles de control.

La inestabilidad presente en una línea eléctrica se la conoce como sobretensión cuando el voltaje supera al voltaje nominal en un 10%, y como caída de tensión cuando el voltaje es menor que voltaje nominal en un 10%. Este fenómeno puede presentarse en diferentes situaciones, ya sea por una sobredemanda de energía eléctrica, un tipo de carga en específico que pueda alterar la red (carga inductiva) o por condiciones que se presenten en la línea eléctrica esto puede provocar según estudios el 85% de las fallas en sistemas eléctricos y electrónicos [3], este tipo de situaciones que presentan las líneas eléctricas suelen ser frecuentes en ambientes industriales, comerciales, domésticos y rurales, por la sobrecarga que se presenta en la red eléctrica. Las consecuencias de dicho fenómeno afectan en gran medida

a equipos eléctricos, maquinaria industrial, sea este sistema de presión constante, motor eléctrico, sistema de bombeo, entre otros.

1.2 Descripción del problema

El monitoreo en sistemas eléctricos de uso industrial está destinado por ejemplo a la corrección de armónicos, factores de potencia entre otros, y son poco comunes el monitoreo de los sistemas de manera continua, ya que por lo general este tipo de tareas están destinadas en los mantenimientos preventivos y correctivos.

Empresas que tienen como eje de negocios la comercialización de equipos industriales como tableros eléctricos, motores eléctricos, sistemas de presión constante, sistemas contra incendio, entre otros a su cartera de clientes suelen presentar situaciones donde reportan daños a los equipos por diferentes causas, generando solicitudes de garantía por dichos equipos los cuales pueden generar pérdidas si no se realiza de manera adecuada el informe de daños.

Al realizar la logística para estar en el sitio y proceder con la revisión muchas de estas solicitudes no terminan ejecutándose debido a que presentan problemas en la red eléctrica, se evidencia que los equipos han sido manipulados de manera incorrecta esto se evidencia con ir al sitio y realizar mediciones de voltaje en las instalaciones por el personal técnico.

1.3 Justificación del problema

Es fundamental abordar el problema de la mala calidad de energía debido a los impactos negativos en el funcionamiento de los sistemas de control, el desgaste acelerado de equipos y las pérdidas económicas. Además, las empresas enfrentan dificultades al determinar la causa de los daños en los equipos, lo que afecta la aplicación eficiente de garantías. Al resolver este problema, mediante el diseño de un dispositivo de medición IoT de bajo costo el

cual esté realizando mediciones de manera constante para que se pueda garantizar que el sistema esté en buen funcionamiento o detectar a su vez detectar anomalías que esté experimentando la red eléctrica, reducir costos y mejorar la satisfacción de los usuarios finales.

1.4 Objetivos.

1.4.1 Objetivo general

Implementar un sistema de monitoreo de tensión y corriente en tableros de control utilizando una arquitectura del internet de las cosas (IoT) para lograr un control eficaz de los comportamientos de la red eléctrica o del uso del equipo en instalaciones eléctricas industriales

1.4.2 Objetivos específicos

1. Diseñar un dispositivo de monitoreo de bajo costo que pueda ser instalado en tableros de control para detectar y registrar las mediciones de los parámetros de voltaje y corriente.
2. Implementar el sistema de medición que registre las lecturas de voltaje y corriente en los tableros de control .
3. Recopilar los datos de las mediciones para ser mostrados en un dashboard.
4. Reducir el gasto operacional que implican las solicitudes de garantía presentadas por los ejecutivos de ventas .

1.5 Marco teórico

1.5.1 Conectividad

La conectividad son todos los recursos, elementos técnicos que han sido desplegados en una zona con la finalidad de transportar paquetes de información entre dispositivos o también se puede hacer entre dispositivo a humano.

En la actualidad el internet depende de la conectividad, la cual es un sistema que cumple con el objetivo de comunicar, las tecnologías que actualmente se disponen para realizar una conectividad a diferentes partes del mundo son, entre otras:

- WIFI
- GSM, GPRS, LTE
- BLUETOOTH
- LPWAN

WIFI es la comunicación que ofrece bajo la tecnología lan pero de manera inalámbrica por eso se conoce como wlan la cual cuenta con protocolos inalámbricos los cuales son 802.11a, 802.11b, 802.11g, 802.11n y el estándar actual que es 802.11ad permitiendo bandas de frecuencia de 2.4/5/60 Ghz[4] .

En cambio, GSM, GPRS y LTE son estándares de conectividad móvil encargadas de transmitir mensajes cortos[5], para las 2 primeras tecnologías y la última es la mejora de estas anteriores en cuanto a velocidad y calidad.

Por último, están la conexión bluetooth y LPWAN las cuales son un contraste entre ambas mientras la primera es una red con un radio de transmisión bajo entre los 10 y 100 m, mientras que la segunda tiene un amplio rango de unos 50 km, las similitudes que tienen

ambas pueden ofrecer conectividad M2M (máquina a máquina) son muy utilizadas en conexiones IoT.

1.5.2 Protocolos IoT

Los protocolos son básicamente una convención la cual tiene como finalidad estandarizar la forma de comunicarse los dispositivos facilitando la manera de intercambiar paquetes de datos[6].

Los protocolos más usados en la actualidad para realizar una comunicación entre dispositivos son:

- MQTT
- HTTP
- WEBSOCKET
- CoAP

MQTT es uno de los protocolos más usados para el entorno de IoT el cual fue desarrollado en el año 1999 es conocido por ser un protocolo de comunicación liviano, eficiente, esto debido al contexto de la época en que se desarrollo donde el ancho de banda del internet no era como hoy se lo conoce, su principal función era el monitorear sistemas importantes para la época como lo era oleoductos, centrales nucleares, su paradigma está basado en suscripción y publicación, cuando hablamos de suscripción esto está enfocado a que un cliente se conecta a un servidor que actúa como intermediario(broker) para recibir información y se habla de publicación cuando un dispositivo envía valores al broker para poder entregarle la información a los diferentes dispositivos suscritos.

En cambio, HTTP es un protocolo conocido más por ser de cliente-servidor, este protocolo interactúa mediante peticiones http estas pueden ser de tipo post, el cual significa que se envían datos del cliente al servidor, también se tiene la de tipo get, la cual es el envío de datos del servidor al cliente, es uno de los más utilizados en el entorno de la web, este protocolo soporta gran cantidad de tipos de datos, sea estos, texto, imágenes, archivos e imágenes.

El protocolo WebSocket es característico por su comunicación full-duplex la cual es mediante conexión TCP, permitiendo a este protocolo la bidireccionalidad en sus conexiones, otro punto a favor es la comunicación en tiempo real que existe entre cliente y servidor lo que facilita intercambio asíncrono de datos y de manera eficaz, a diferencia del protocolo http, este protocolo crea una conexión abierta entre cliente y servidor y solamente puede ser cerrada por cualquiera de los dos actores presentes en la comunicación, este tipo de conexión tiene ventajas ya que elimina la latencia y sobrecarga que suele pasar en casos específicos en el protocolo http.

En el contexto de IoT, el protocolo CoAP es un protocolo ligero diseñado para redes que están restringidas, basado en los principios del RESTful del protocolo http con una capa de optimización por encima para entornos limitados, este protocolo funciona bajo UDP haciendo esta optimización perfecta para dispositivos embebidos su modelo es similar al cliente-servidor pero con solicitud y respuesta (request and response), al igual que http este admite también los métodos, get, post, put y delete, también está ambientado para entornos en tiempo real con personalizaciones como descubrimiento y observación de bloques a diferencia de http su protocolo de cabecera es más ligero, eficiente y también escalable, permite una comunicación eficiente, soporta integraciones con redes que soportan gran cantidad de dispositivos y es muy bueno para realizar levantamientos en donde los recursos son limitados.

1.5.3 Calidad de Servicio - QoS

Esta característica es importante en los protocolos MQTT ya que permite como se va a procesar los datos enviados mediante dicha comunicación, esto se enfoca en cómo van a transmitir los mensajes desde el Publisher hasta el Subscriber, para la transmisión de datos se tiene 3 niveles de calidad de servicios los cuales son:

- QoS nivel 0
- QoS nivel 1
- QoS nivel 2

El primer nivel conocido como nivel cero indica que al menos una vez, esto quiere decir que, si se llega a setear el nivel cero, el mensaje va a llegar al destino como máximo una vez, por lo cual no se preocupara si el resto de los mensajes lleguen, setear este nivel tiene como ventaja que la carga en verificar el envío de los datos es inexistente haciendo que este tipo de configuración sea liviana en cuanto a carga de red se hable, para el nivel uno significa que al menos una vez, este juego de palabras indica una comprobación del envío de los datos un poco más estricta que el nivel cero, pero también da indicios que puede llegar duplicado, este funciona con el Publisher enviando datos al broker y este a su vez le da una respuesta indicando que llegó el mensaje, por último el nivel dos el cual significa exactamente un mensaje, esto funciona específicamente que el broker va a darle comprobación al Publisher que el mensaje le llego, esto va a ser una comprobación que la va a realizar siempre, por lo cual a diferencia del nivel cero esto puede llegar a ser una carga para la red pero desde el ámbito de fiabilidad[7], es altamente útil para monitorear equipos importantes como contexto se lo puede aplicar a centrales nucleares donde importa que se tenga los datos de manera confiable.

1.5.4 Arquitectura IoT

Un aspecto importante al momento de desarrollar dispositivos bajo la influencia IoT son los datos, estos deben tener un tratamiento en temas de procesamiento, almacenamiento y visualización para toma de decisiones, esto quiere decir que datos como un accionamiento de un interruptor inteligente debe tener todo un esquema en cuanto a la arquitectura, DiGi international [8] explica que una arquitectura IoT tiene 4 etapas estas son sensores, gateways, procesamiento y por ultimo almacenamiento.

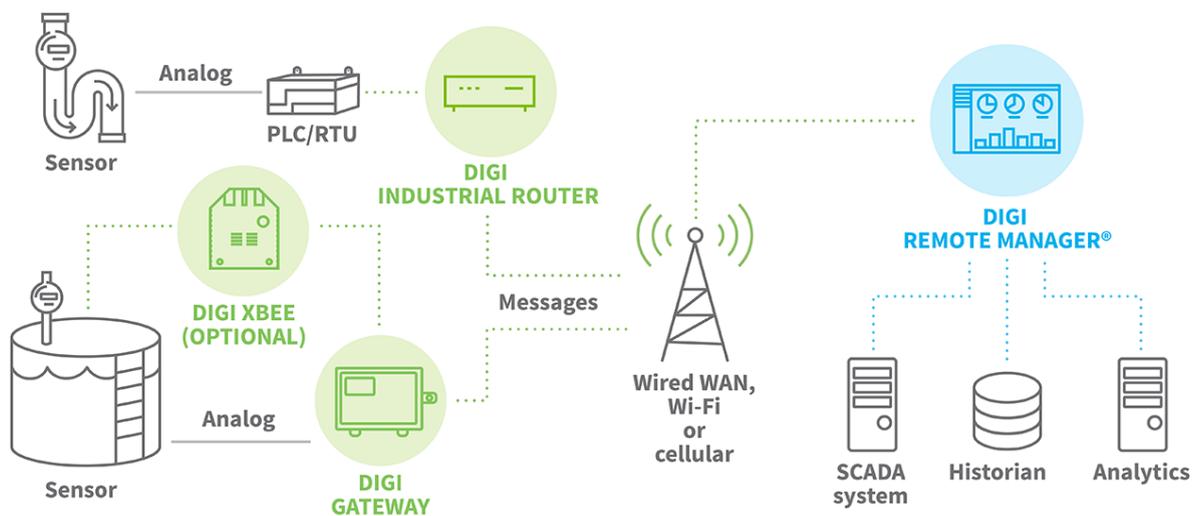


Figura 1.1 Arquitectura IoT Fuente DiGi International

De acuerdo con la Figura 1.1 en donde se tiene un esquema de una arquitectura IoT la primera etapa corresponde a los sensores y actuadores los cuales se encargan de recopilar la información, luego se tiene la segunda etapa la cual se refiere a las puertas de enlace, estas cumplen la función de dar salida a diferentes redes que conectan con el internet para dar paso a las últimas etapas que corresponde a la 3 y 4 estas se encargan de realizar un tratamiento a la información recopilada en la etapa 1 para generar toda una serie de eventos como reportería, limpieza de datos, etc.

Capítulo 2

2.1 Metodología

Con el propósito de desarrollar un dispositivo IoT funcional capaz de medir parámetros en un tablero eléctrico, es fundamental comprender la necesidad de obtener mediciones precisas de voltaje y corriente para llevar a cabo los análisis pertinentes. La metodología propuesta en esta sección se enfoca en tres aspectos clave: la arquitectura del hardware, la arquitectura en la nube y la arquitectura del software cliente encargado de recibir los datos[9]. Esta estructura tiene como objetivo establecer un modelo cliente-servidor en el cual existan dispositivos que suscriban y otros que publiquen datos. Todo esto se realiza a través de un protocolo adecuado para el entorno de IoT, con una escalabilidad efectiva a lo largo del tiempo. Por esta razón, el rol del broker el cual es un servidor que actuará como intermediario entre los dispositivos que envían información y los dispositivos que reciben información resulta crucial para cumplir con los requisitos del proyecto.

La arquitectura del hardware representa un paso significativo para dar inicio al proyecto. El microprocesador seleccionado debe tener la capacidad de adquirir datos de voltaje en configuraciones línea-neutro o línea-línea, además de corriente en un rango de hasta 100 amperios. Es esencial que el hardware incorpore una comunicación inalámbrica para transmitir datos, lo que permitirá evitar la necesidad de cableado adicional en el tablero eléctrico. Asimismo, la elección de sensores es crucial para asegurar la compatibilidad con la mayoría de tableros de baja tensión que cuentan con conexiones trifásicas.

En cuanto al broker, que funciona como servidor, es vital que adopte una arquitectura en la nube. Esto facilita la comunicación desde cualquier lugar con acceso a internet, evitando los costos adicionales asociados a una infraestructura local. Por otra parte, se debe considerar cuidadosamente el diseño del cliente, otorgándole una interfaz optimizada que cumpla con los

principios de experiencia de usuario (UX) y diseño de interfaz (UI)[10]. Reduciendo la necesidad de capacitación adicional para aquellos que no poseen un trasfondo técnico en el campo de tecnologías de la información.

2.2 Esquema general del proyecto

En esta sección, se explicarán de manera independiente las diferentes arquitecturas mencionadas al inicio de la sección, con el propósito de lograr una comprensión más clara en cuanto al contexto del proyecto.

2.2.1 Esquema del hardware

En relación al hardware, basado en el esquema de la Figura 2.1, se emplean sensores de corriente y voltaje para permitir la lectura de las variables correspondientes. Sin embargo, debido a que la señal es de corriente alterna (AC) y dado que el dispositivo solo puede leer dentro de un rango específico en términos de entrada analógica al convertidor (ADC), es necesario aplicar previamente un desplazamiento en corriente continua (DC). Esto se hace con el objetivo de obtener una señal en DC en el cuadrante positivo. Esto a su vez posibilita la lectura de los valores tanto positivos como negativos de la onda sinusoidal de entrada, permitiendo que el ADC nos brinde la lectura en bytes.

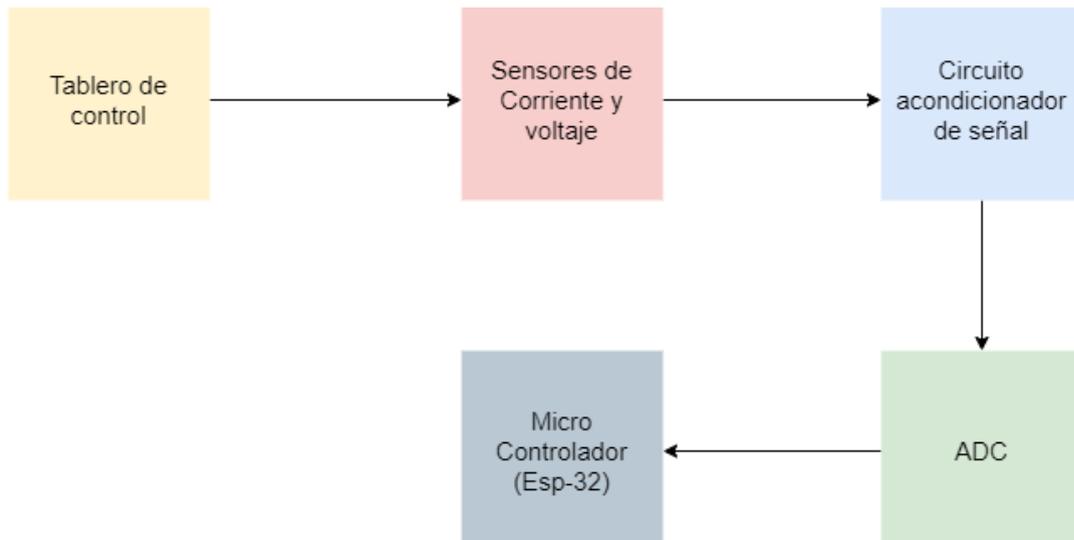


Figura 2.1 Flujo del esquema del hardware Fuente Autor

2.1.2 Esquema Publicador-Cloud-Suscriptor

Esta sección toma en cuenta un esquema ilustrado en la Figura 2.2, el cual se refiere a un nivel general. Una vez que el dispositivo se ha conectado a la red, inicia una comunicación con el broker. Este último se encarga de almacenar los datos enviados por los publicadores, con el propósito de permitir que un cliente se conecte y acceda a la información del dispositivo que desee.

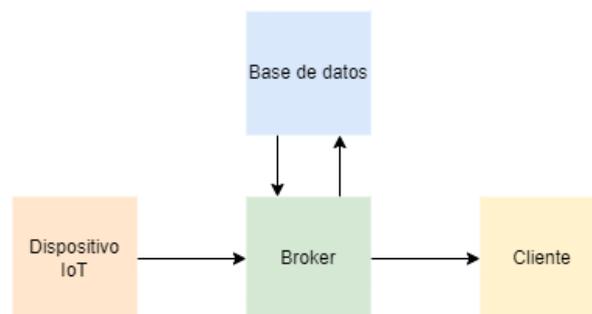


Figura 2.2 Flujo del esquema IoT del proyecto Fuente Autor

2.2 Selección de Equipos

Para obtener los resultados esperados se debe tener claro los componentes que van a dar forma al proyecto con los resultados planteados esto mediante la Tabla 1 de componentes.

Tabla 2.1 .- Listado de materiales a usar en el proyecto

Equipo	Imagen de Referencia	Referencia
Esp-32	 A black ESP32 development board with a gold-colored PCB antenna and various electronic components.	[11]
SCT013-100A	 A blue rectangular current sensor with a black cable and a three-pin connector. The text 'SCT013 100A-10mA' is visible on the device.	[12]
Fuente DC	 A white rectangular DC power supply with a cooling fan on top and a multi-pin connector on the bottom.	[13]
Transformador 240V/12V	 A blue transformer with two pins. The text on the transformer includes 'PE3005-M 0.5VA 50/60Hz', '输入: 1-5 220V', '输出: 7-9 12V/42mA', and '耀华电子 CE 1509001'.	[14]

Dispositivo Inteligente		[15]
Modem Wifi		[16]

2.2.1 Esp-32

Es un microcontrolador desarrollado por Expressif Systems[17], cuyo diseño combina un microprocesador con wifi y bluetooth integrado, con la finalidad de ser un dispositivo versátil para el entorno IoT

Una definición más profunda de este microcontrolador es que se lo considera un SoC, incluye doble núcleo, memoria y periféricos para desarrollar aplicaciones IoT con facilidad, convirtiéndolo es una opción excelente para la aplicación desarrollada

Tabla 2.2- Características del ESP-32

Características del Microcontrolador ESP-32	
Conectividad	Wifi AP y ST, bluetooth 4.0
Velocidad de reloj	240 Mhz
Memoria	Sram 4MB flash 4MB
GPIO	32 pines
Periféricos	UART, I2C, SPI, PWM y ADC
Entornos de Desarrollo	Arduino IDE, ESP-IDF

2.2.2 SCT 013

Son una serie de sensores de corriente no invasivos los cuales usan transformadores de corriente dependiendo del amperaje se tiene la relación del número de espiras primario/secundario dependiendo del modelo estos pueden llegar a sobrepasar las 2000 espiras.

Una ventaja de este tipo de sensores es que no hay la necesidad de interrumpir las conexiones ya que estos al ser no invasivos solo van ubicados alrededor de los cables de línea viva para obtener las mediciones, por ende para el proyecto es muy útil para no interrumpir las operaciones en el lugar donde se realizaron las mediciones.

Tabla 2.3.- Características del sensor de corriente SCT 013

Características del SCT013-100	
Corriente de Entrada (rms)	100 A
Máxima corriente de entrada	120 A
Corriente de salida	50 mA
Precisión	+ - 1 %
Linearidad	<=0.2 %
Máxima Resistencia de muestreo	10 ohm
Peso	50 gr
Voltaje de trabajo	660v max
Frecuencias de trabajo	50hz a 1Khz
Potencial dielectrico	3.5 kv 50 hz 1 min

2.2.3 Fuente DC

Componente importante para hacer funcionar el dispositivo IoT ya que suministra la corriente necesaria para que opere de manera óptima el dispositivo.

2.2.4 transformador de voltaje ZMPT 101B

Componente electrónico el cual admite una entrada de señal sinusoidal en este caso el voltaje como entrada facilitando la medición de los dispositivos son muy comunes para aplicaciones de monitoreo de energía eléctrica en el campo IoT como medidores conectados a internet por wifi o bluetooth.

Tabla 2.4.- Características del Transformador de voltaje ZMPT101B

Características del ZMPT101B	
Voltaje de alimentación	3.3V - 5VDC
Voltaje alterno de entrada	250VAC máx.
Voltaje alterno de salida	Onda senoidal 5VAC máx.
Señal de salida	Analógica senoidal
Dimensiones	5 cm x 2 cm x 2.4 cm
Corriente nominal	Entrada y salida: 2mA
Ratio entrada-salida	1000:1000
Diferencia de fase	<30º (a 50ohm)
Rango lineal	0-3mA (a 50ohm)
Linealidad	1%
Precisión	0.2%
Aislamiento eléctrico entrada	Hasta 3000V

2.3 protocolo de comunicación y servicio cloud

De acuerdo con el esquema del proyecto, es necesario establecer un protocolo que permita la comunicación entre el dispositivo y el servidor. En consecuencia, el enfoque a considerar es que dicho protocolo sea apto para su uso en contextos de IoT[18]. Entre las opciones disponibles se encuentran las siguientes:

- MQTT
- HTTP
- coAP

En relación al servicio que alojará la VPS (servidor virtual privado) encargada de recibir las conexiones entrantes desde los dispositivos, se presentan las siguientes alternativas:

- AWS
- Digital Ocean

- Azure
- Google cloud computing

2.3.1 Protocolo MQTT

De todos los protocolos investigados, es el mejor debido a su naturaleza ligera en comparación con HTTP. Además, su amplia adopción en el ámbito de IoT lo convierte en la alternativa más adecuada para el tipo de datos que se enviarán desde el dispositivo.

2.3.2 AWS

Un proveedor de servicios ampliamente reconocido en la comunidad de TI ofrece un catálogo completo de servicios, y su capa gratuita brinda acceso a la creación de VPS y otros servicios durante 12 meses. Esto lo convierte en una alternativa atractiva para comenzar, en contraste con los 300 dólares estadounidenses que proporciona Google y los 100 dólares estadounidenses por 2 meses de Digital Ocean.

2.4 Lenguajes de Programación y Frameworks

2.4.1 C++

Lenguaje de bajo nivel el cual es usado para la manipulación de componentes electrónicos muy compatible con el esp-32 para poder sacar al máximo sus capacidades.

2.4.2 Node.js

Se trata de un entorno backend[19] basado en JavaScript, pero con la ventaja de poder ejecutarse en un servidor, ya que este lenguaje está originalmente destinado a los navegadores. Su amplio soporte para diversos sistemas operativos lo convierte en una alternativa idónea para implementar servidores. Además, su alta compatibilidad para

establecer comunicaciones con dispositivos IoT facilita el intercambio de datos. Gracias a sus múltiples bibliotecas, es posible manipular los recursos del servidor de manera eficiente.

2.4.3 *Vue.js*

Se trata de un framework de JavaScript que incluye una serie de componentes reutilizables para la creación de un cliente capaz de comunicarse con el servidor y, de esta manera, obtener los datos recolectados por el dispositivo IoT.

2.5 Diseño Electrónico

Una pieza clave en el proyecto es el circuito encargado de la adquisición y envío de datos mediante el protocolo MQTT[20]. Es importante resaltar que el diseño desempeña un papel crucial. Un diseño excesivamente espacioso podría generar problemas en los tableros eléctricos. Por esta razón, se ha considerado cuidadosamente el diseño del circuito, incluyendo las formas de alimentación y, por último, el diseño de la carcasa para protegerlo.

2.5.1 Diagrama esquemático

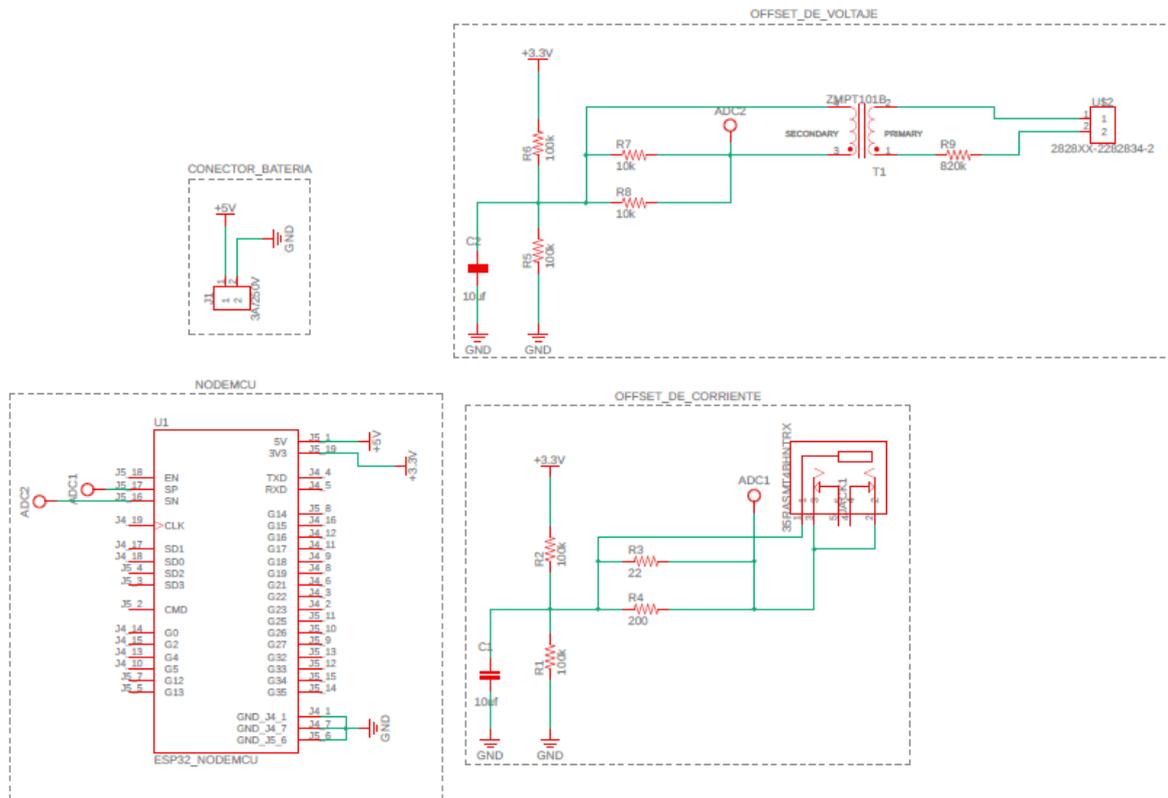


Figura 2.3 Diagrama esquemático del Hardware Fuente Autor

En términos generales, el circuito se compone de 4 grupos de subcircuitos, cada uno cumpliendo una función esencial para generar y enviar datos.

El primero en este esquema es el grupo NODEMCU, conformado únicamente por la placa de desarrollo ESP32. Luego, se encuentra el grupo CONECTOR DE BATERÍA, que sirve como puerto para conectar baterías de litio que alimentan el circuito. El tercero es el OFFSET DE CORRIENTE, el cual emplea un divisor de tensión para reducir la señal a 3.3V. A través de una resistencia de carga colocada entre el divisor de tensión, se conectan los terminales del sensor de corriente. Este sensor mide la corriente que circula por el conductor. Se aplica un patrón similar para medir el voltaje, aunque con una diferencia clave: se utiliza

un transformador de voltaje y resistencias en el primario y secundario para ajustar el nivel de voltaje y evitar daños en la placa de desarrollo.

2.5.2 PCB y Vista 3D

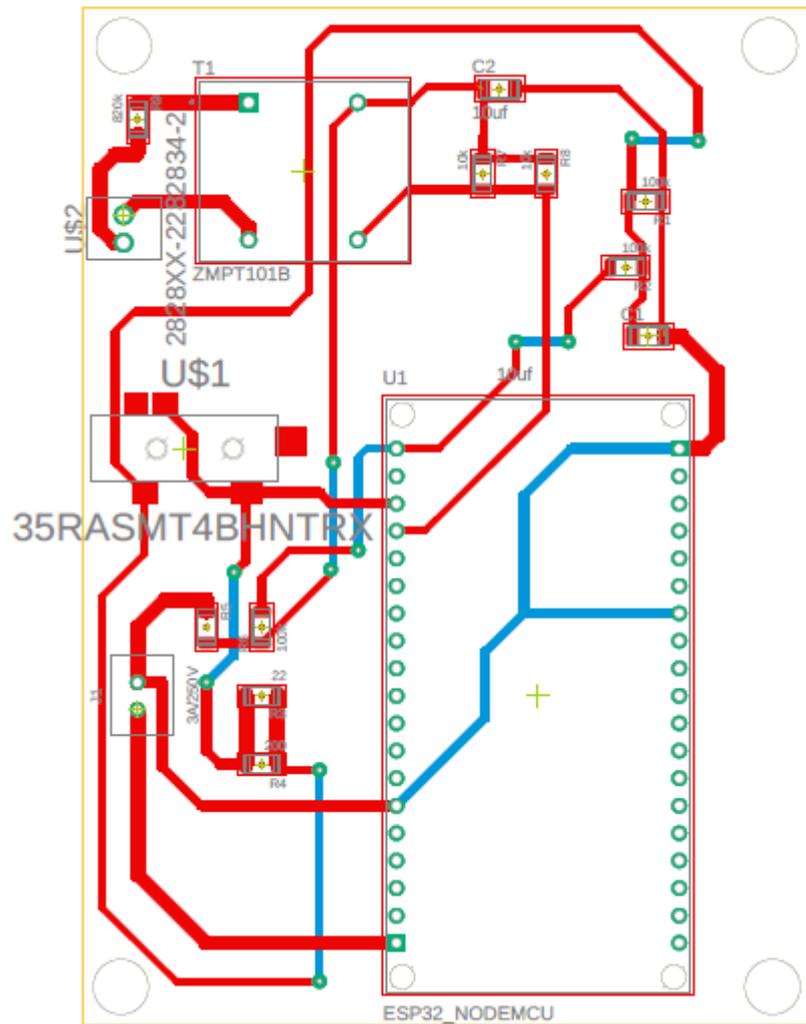


Figura 2.4 Diagrama PCB del Hardware Fuente Autor

El diseño de la placa PCB fue realizado a doble capa para cumplir con el tema de la reducción de espacio con componentes SMD para facilitar el ajuste de espacio en la placa.

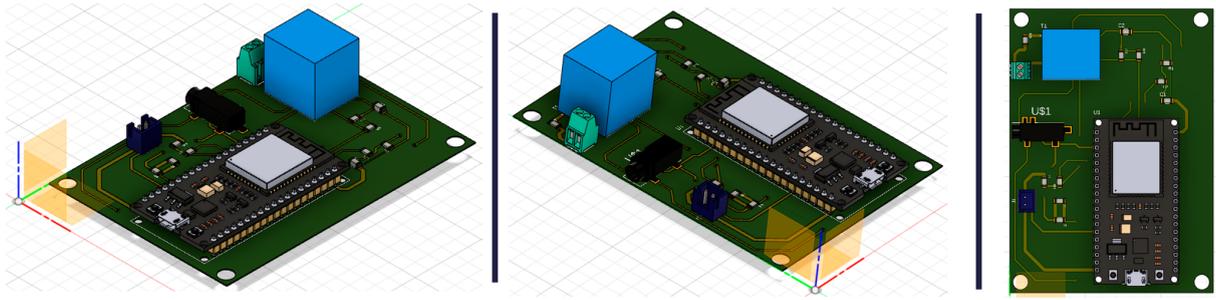


Figura 2.5 Vistas del diseño en 3D de izquierda a derecha a) vista superior izquierda b) vista superior derecha c) vista superior Fuente Autor

El diseño 3D el cual ocupa un área de 25 cm² en donde se tiene al lado izquierdo los conectores de entrada para el voltaje, corriente y el conector de la batería.

2.6 Diseño del Prototipo



Figura 2.6 Vistas del diseño prototipo en 3D de izquierda a derecha a) vista frontal b) vista lateral derecha c) vista lateral izquierda d) vista superior Fuente Autor

En cuanto al prototipo se tienen diferentes ranuras con la finalidad de dar mejor manipulación al prototipo en la vista frontal se tiene una ranura para insertar el cable USB al ESP32 o a su vez para que se lo pueda usar como alimentación, en la siguiente vista se tiene las ranuras para la entrada de los cables de alimentación AC en el caso del sensor de voltaje, una ranura para la entrada de Jack 3.5 mm para el sensor de corriente, en la siguiente vista se tienen 2 ranuras circulares para colocar la batería de lipo para que pueda funcionar de manera autónoma y por último con la vista superior para que se pueda apreciar el diseño final que corresponde a carcasa más placa electrónica.

Capítulo 3

3.1 Resultados y Análisis

Esta sección se encargó de comprender los aspectos económicos del proyecto a fin de poder mostrar una viabilidad en cuanto a la solución propuesta

3.1.1 Analisis Economico

Un sistema IoT es la combinación de hardware más software y conectividad por ende los costos de fabricación por dispositivo son importante para mantener una producción altamente rentable por ende se presenta la siguiente tabla.

Tabla 3.1.- Tabla de precios de los componentes y servicios en el mercado nacional e internacional

Item	Dispositivo/ Elemento/ servicio	Descripción del componente	Cantidad	Precio(USD) mercado nacional	Precios (USD) mercado internacional
1	Esp-32	microprocesador	1	\$11.90	\$4.97
2	ZMPT101B	sensor de voltaje	1	\$7.50	\$1.21
3	SCT013100	sensor de corriente	1	\$11.90	\$4.71
4	PCB	placa electronica	1	\$12	\$3.50
5	Componentes Pasivos	resistencias , capacitores	12	\$1.50	\$1.50
6	Jack 3.5 mm	conector de audio	1	\$0.75	\$0.75
7	envío	-	1	\$5	\$9-\$11
Total				\$50.55	\$25.64-\$27.64

El costo total de los componentes necesarios para fabricar el dispositivo varía entre los veinticinco dólares y los 50 dólares estadounidenses, incluyendo los gastos de envío. Además, es importante destacar que la vida útil del dispositivo se basa en el componente con la menor

duración, que es el JACK 3.5 mm. Este componente tiene una vida útil promedio de aproximadamente 2 años

Tabla 3.2.- Tabla de vida útil de los componentes

Item	Dispositivo/ Elemento	Rango de operación	Tiempo de vida útil	Fabricante
1	Esp-32	Amperaje máx. 1.2 A, min 1 A Voltaje máx. 2v, min 4 v	12 años	Expressif
2	ZMP T101B	250 VAC max 5VAC max	2 años	Qingxian Zeming Langxi Electronic
3	SCT 013100	120 A max	2 años	YHDC
4	PCB	3.3v a 5v	2 años	

3.1.2 Amortización de costo de la solución

La tasa anual por la cual se deprecian los materiales que conforman el dispositivo equivale, en esencia, al valor total del activo dividido por su vida útil. Además, existe respaldo para esta tasa basado en el artículo 10 de la Ley de Régimen Tributario Interno (LRTI)[21]. Dicho artículo se centra en el tema de las deducciones y hace referencia al

reglamento para la aplicación de la LRTI, específicamente en su artículo 28, sección 6. Esta sección establece que la depreciación de los activos fijos es del 10% anual, aplicable a equipos, instalaciones, maquinaria y mobiliario.

Tabla 3.3.- Tabla de depreciación anual de los componentes, equipos en el mercado nacional e internacional

Dispositivo / Elemento	Depreciación Anual (10% del precio de venta en USD en mercado nacional)	Depreciación Anual (10% del precio de venta en USD en mercado internacional)
Esp-32	\$1.19	\$0.50
ZMP T101B	\$0.75	\$0.12
SCT 013100	\$1.19	\$0.47
Depreciación Anual	\$3.13	\$1.09

La depreciación Anual calculada en la tabla es aplicada para el primer año, pasado los años se aplica el mismo método pero con el precio base de la depreciación calculada para el primer año.

3.1.3 Análisis del ROI

EL ROI conocido como el retorno de la inversión es un indicador el cual ayuda a conocer el valor monetario que puede retornar el prototipo[22], este indicador es importante para planificar metas y resultados tangibles a corto y mediano plazo, además de dar a conocer si una inversión puede ser viable.

Tabla 3.4.- Tabla de precios del equipo más la instalación en el ámbito nacional e internacional

Costo del dispositivo + la instalación (USD) (Nacional)	$50.55 + 150 = 200.55$
Costo del dispositivo + la instalación (USD) (internacional)	$27.64 + 150 = 177.64$

El dispositivo in situ podrá facilitar la lectura constante ya que al ser un dispositivo de medición constante no genera de manera directa ganancias, sino que se enfoca en la reducción de gasto operativo esto quiere decir que reduce el personal destinado al monitoreo y control.

Tabla 3.5.- Tabla de sueldo mínimo del personal tecnico

Sueldo mensual estimado	\$484.43
Sueldo anual del técnico	\$5813.16 [23]
Aportación al IESS	\$960
Total	\$7257.59

Por lo tanto el ahorro anual es el sueldo del técnico el cual corresponde como la ganancia menos el costo del dispositivo más su instalación.

$$ROI = \frac{GANANCIA - INVERSIÓN}{INVERSIÓN} \quad (3.1)$$

Haciendo uso de la ecuación 3.1 para determinar el retorno de la inversión, para determinar la viabilidad del proyecto y que se puedan planificar metas en base a resultados tangibles, con respecto a la ganancia corresponde al total del sueldo del empleado incluyendo el beneficio social y la inversión corresponde a el costo del equipo más la instalación en el sitio por ende los resultados de la ecuación son los siguientes:

$$ROI (nacional) = \frac{GANANCIA - INVERSIÓN}{INVERSIÓN} = \frac{\$7257.59 - \$200.55}{\$200.55} = \$35.18$$

$$ROI (internacional) = \frac{GANANCIA - INVERSIÓN}{INVERSIÓN} = \frac{\$7257.59 - \$177.64}{\$177.64} = \$39.85$$

La inversión generada ya sea consiguiendo los componentes en el mercado nacional o en el mercado internacional da un valor entre los 35 dólares americanos hasta los 40 dólares americanos

3.1.4 Resultados

3.1.4.1 Resultados Simulados

Los resultados se basan en la simulación del circuito electrónico planteado en la sección 2 para establecer un contexto claro que servirá para el contraste de los resultados experimentales

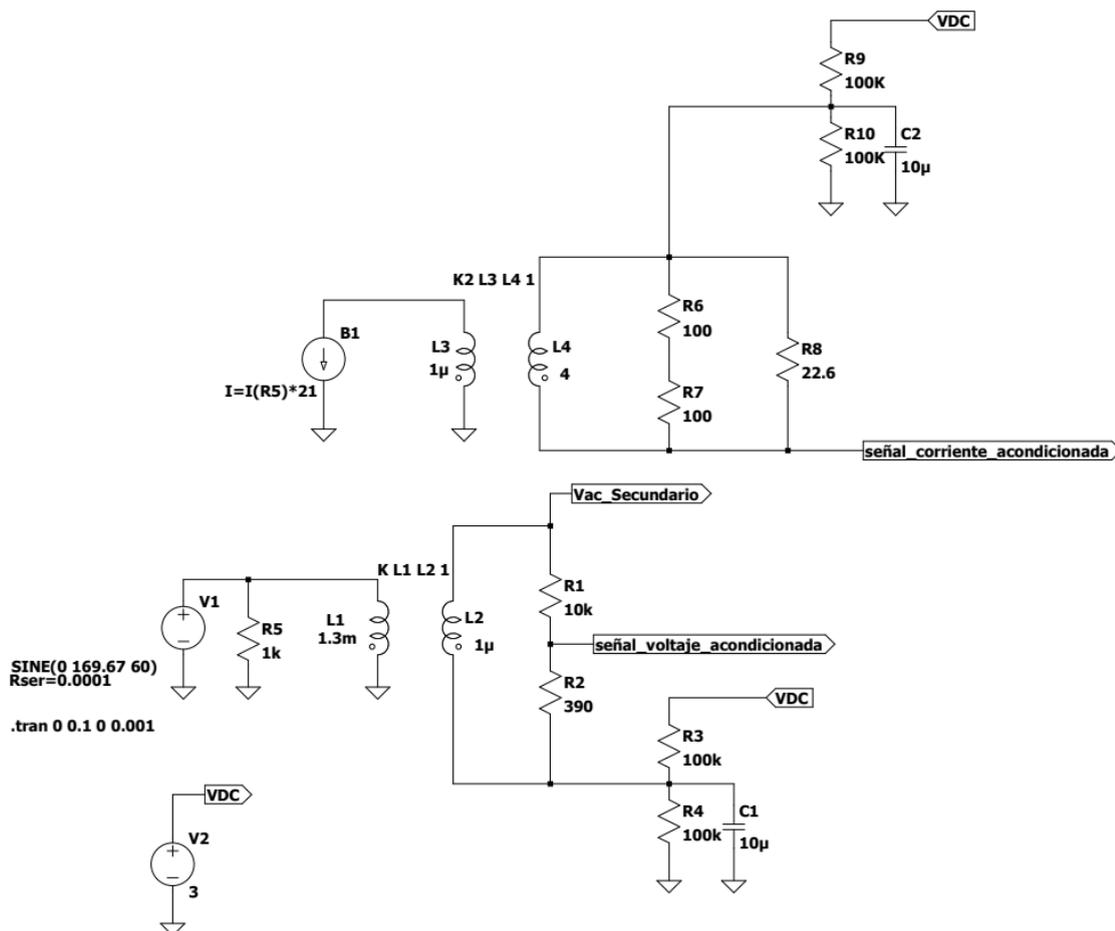


Figura 3.1 circuito acondicionador de voltaje y corriente fuente Autor

En la Figura 3.1 se tiene el circuito simulado mediante el software de LTSpice el cual se simulan las fuentes de DC y AC

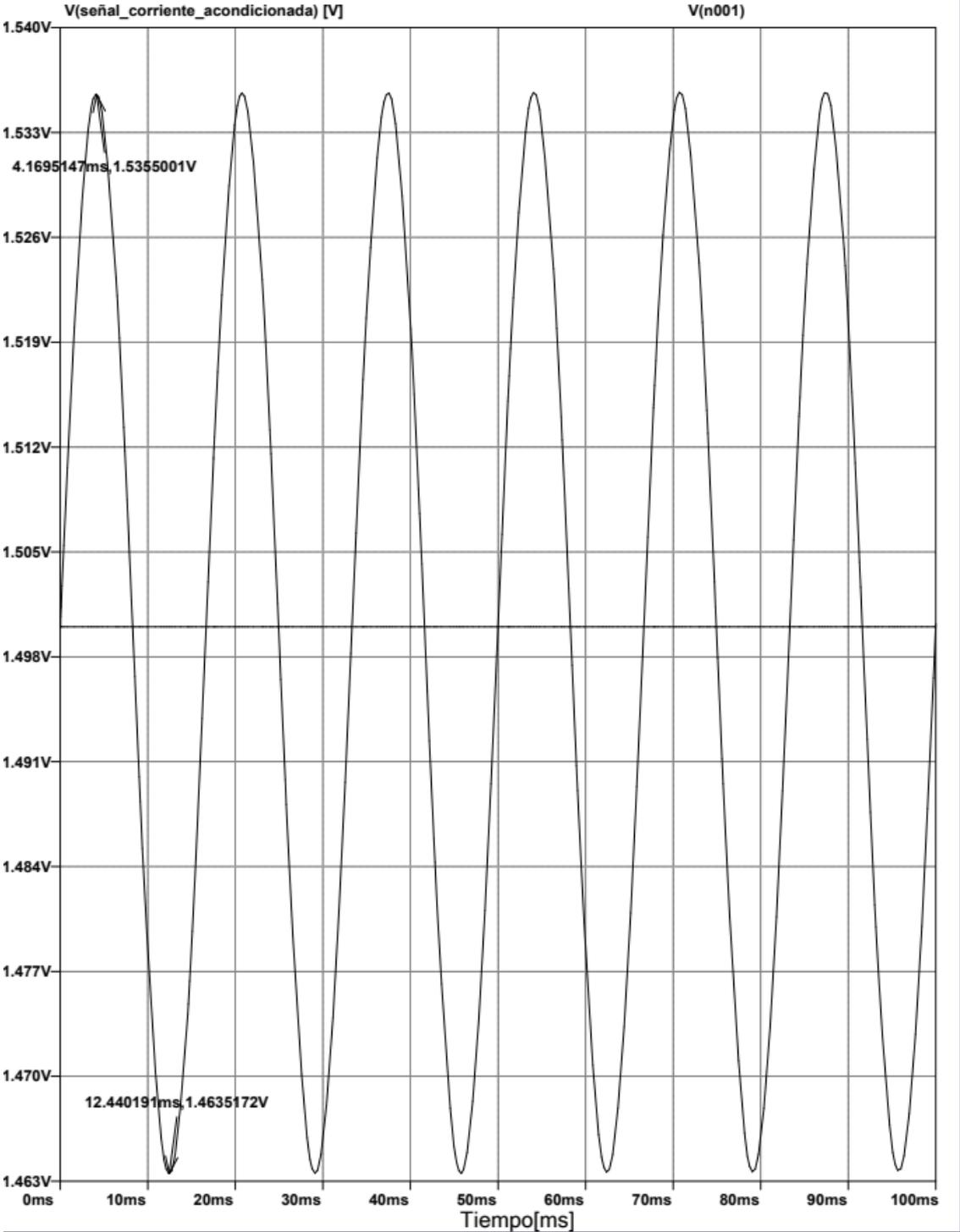


Figura 3.2 Señal de corriente acondicionada fuente Autor

En la Figura 3.2 se muestra la señal de corriente acondicionada la cual tiene como voltaje pico a pico el valor de 0.072 voltios

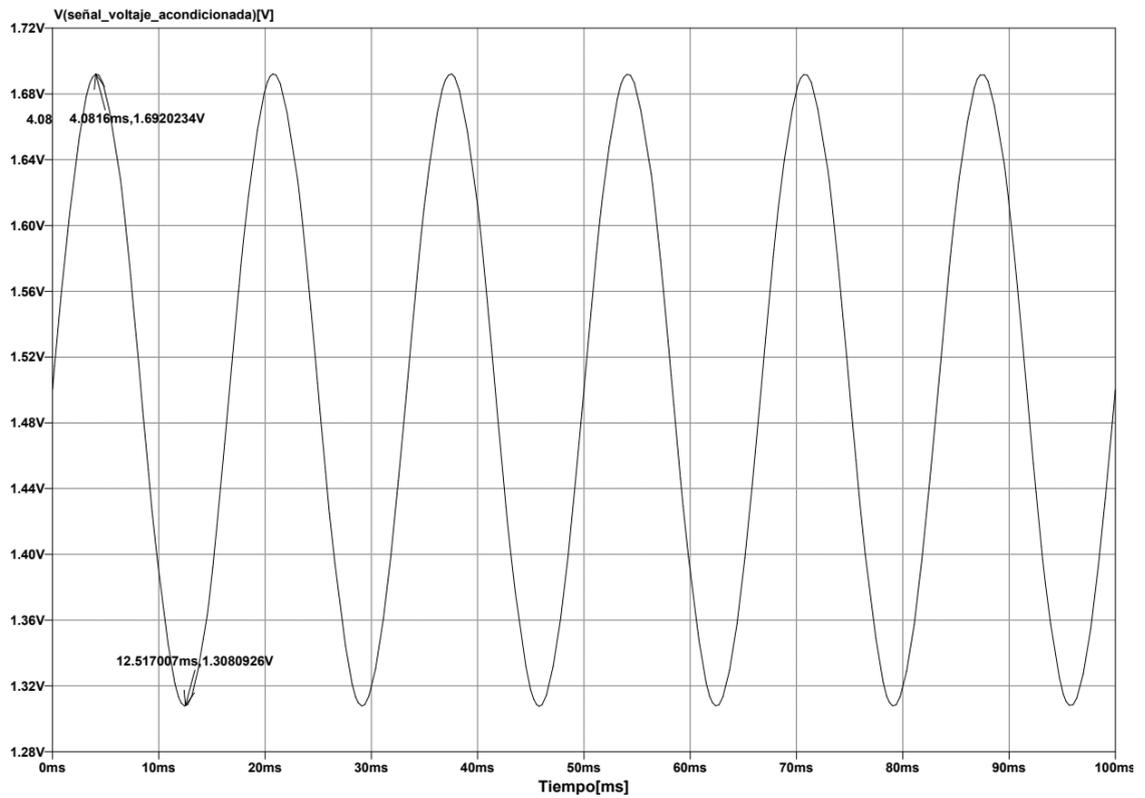


Figura 3.3 Señal de corriente acondicionada fuente Autor

En la Figura 3.3 se muestra la señal de voltaje acondicionada la cual tiene como voltaje pico a pico el valor de 0.383 voltios

3.1.4.2 Resultados Experimentales

Los resultados se basan en la adquisición de las señales de voltaje y corriente y la puesta en marcha en un tablero eléctrico con su comunicación con el servidor broker que recibe las lecturas recolectadas

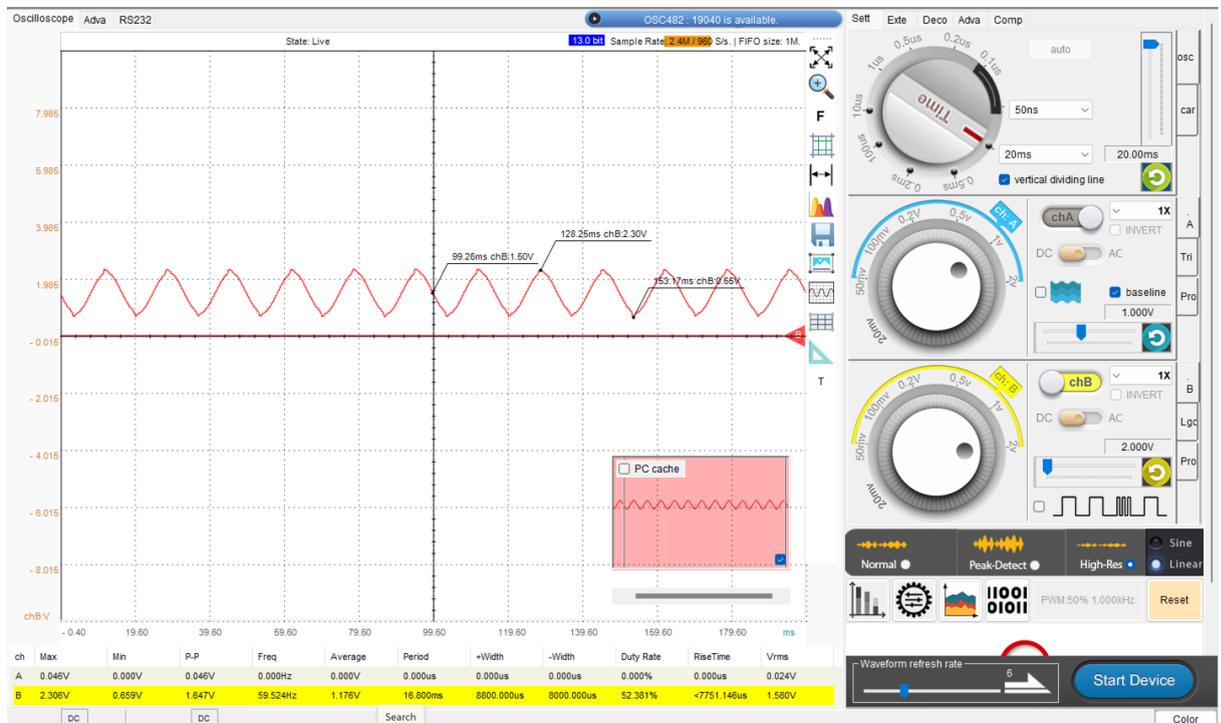


Figura 3.4 señal acondicionada del sensor SCT013 con resistencia burden de 200 ohm fuente Autor

En la Figura 3.4 se tiene la lectura de la señal acondicionada del sensor de corriente SCT013 con una capacidad para operar hasta los 100A en donde se aprecia que el voltaje pico a pico es de 1.647 voltios a una frecuencia de 60 hz este resultado se generó colocando una resistencia de 200 ohmios.

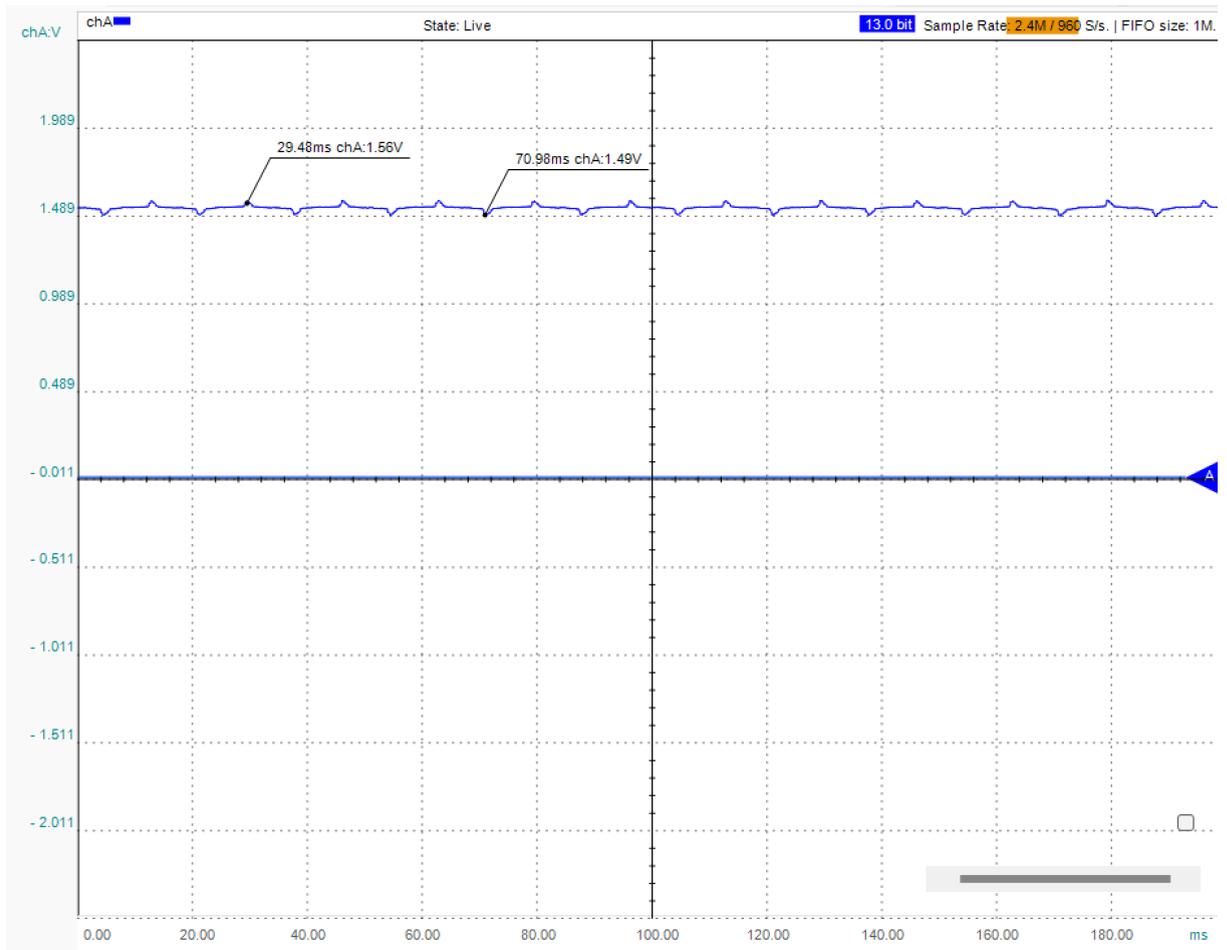


Figura 3.5 señal acondicionada del sensor SCT013 con resistencia burden de 22 ohm fuente Autor

En la Figura 3.5 se tiene la lectura de la señal acondicionada del sensor de corriente SCT013 pero con una resistencia de 22 ohm para ajustar la escala y que opere en un rango seguro para las entradas adc del esp-32 la diferencia con la figura 3.1 la reducción del voltaje pico a pico el cual es de 0.141 voltios lo cual representa una división de unas 10 veces aproximadamente en cuanto a la lectura del sensor.

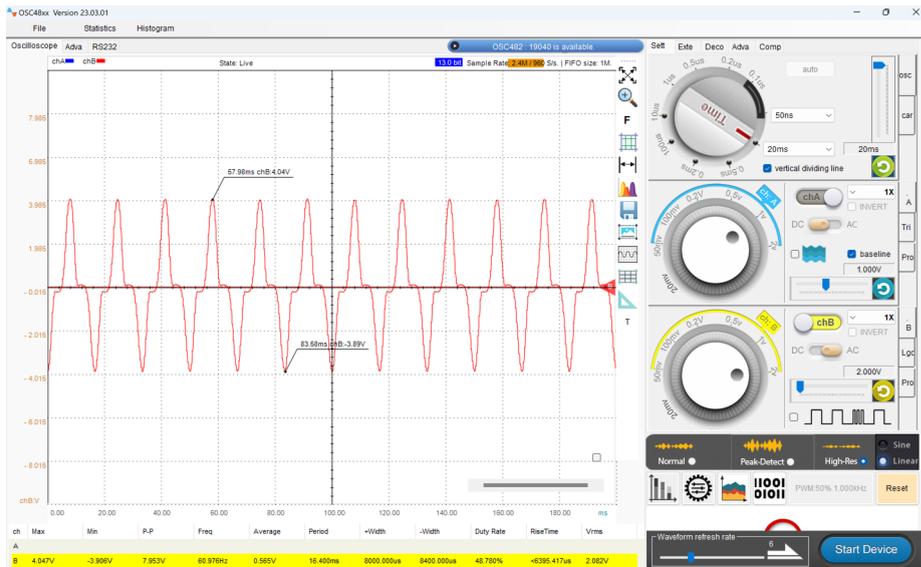


Figura 3.6 señal del secundario del transformador 110/240 a 4 vpp fuente Autor

En la Figura 3.6 se tiene la lectura de la señal no acondicionada del transformador de voltaje es decir se tiene la lectura en ac del secundario del transformador donde tiene como dato su valor RMS de 2.082 voltios.

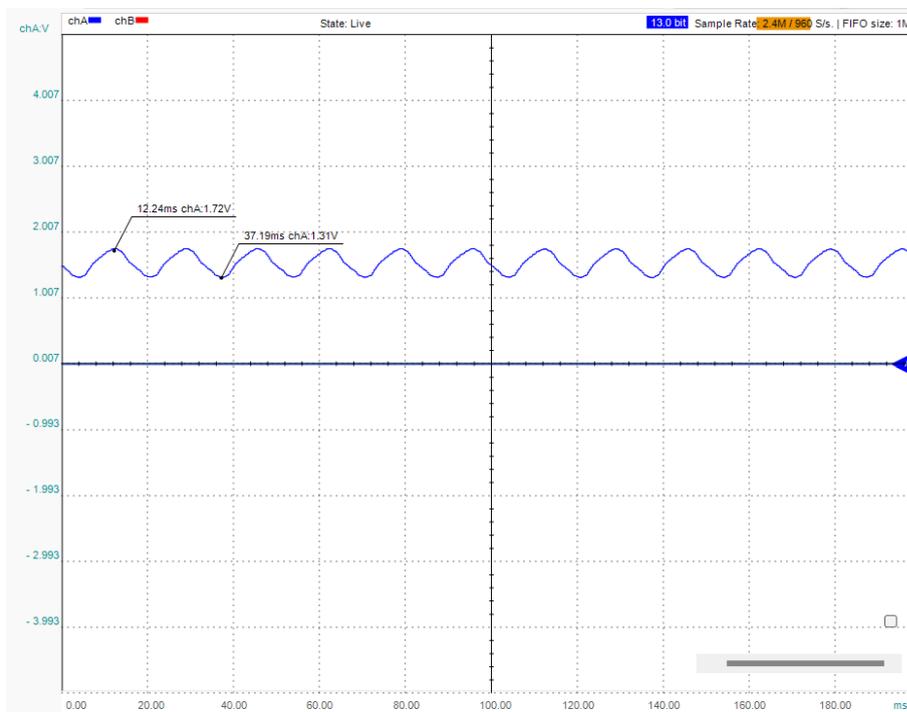


Figura 3.7 señal acondicionada del transformador de 110/240 V a 4 vpp fuente Autor

En la Figura 3.7 se tiene la lectura de la señal acondicionada del transformador de voltaje es decir se tiene la lectura ya acondicionada y por ende se maneja con un valor RMS de 1.367 voltios.

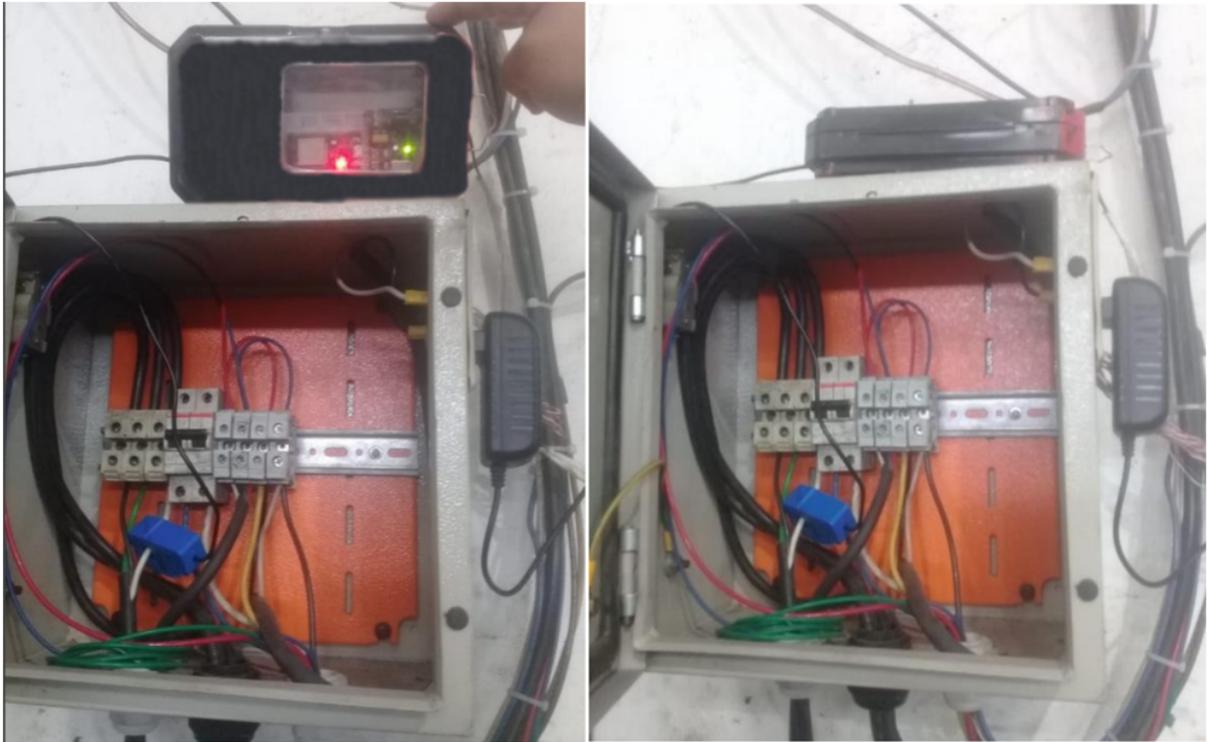


Figura 3.8 puesta en marcha del dispositivo IoT en un tablero eléctrico fuente Autor

En la Figura 3.8 se tiene la colocación del dispositivo en un tablero eléctrico donde ha recolectado datos de uso de un equipo industrial.

3.1.4.3 Tabla de resultado

Tabla 3.6.- Resultados de la señal acondicionada de corriente

	Vmax	Vmin	Vpp	Error Absoluto	Error Relativo(%)
Prototipo	1.564	1.487	0.076	0.004	5.26
Simulación	1.535	1.463	0.072		

En la Tabla 3.6 se tiene que el error generado entre la simulación y el prototipo fue de un 5.26% esto se debe a las resistencias las cuales les afecta factores como la composición de materiales y la tolerancia de la misma.

Tabla 3.7.- resultados de la señal acondicionada de voltaje

	Vmax	Vmin	Vpp	Error Absoluto	Error Relativo(%)
Prototipo	1.718	1.300	0.418	0.035	7.82
Simulación	1.692	1.308	0.383		

En la Tabla 3.7 se tiene que el error generado entre la simulación y el prototipo fue de un 7.82% esto se debe a la resistencias que conforman el circuito al transformador que sus devanados presentan condiciones que afectan a la medición exacta basado en la simulaciones

3.1.4.4 Resultados Servidor e interfaz

Algo importante a tener en cuenta es los resultados a nivel macro en donde ya intervienen la parte de conexión a un servidor MQTT y un aplicativo para el usuario final el cual se encarga de ver las lecturas que se visualizan en el dashboard.

```
Voltaje: 122.14 Corriente: 5.04
Voltaje: 122.74 Corriente: 5.01
Voltaje: 123.72 Corriente: 5.06
Voltaje: 121.04 Corriente: 5.18
Voltaje: 121.28 Corriente: 5.23
Voltaje: 123.84 Corriente: 5.26
Voltaje: 120.92 Corriente: 5.12
Voltaje: 122.38 Corriente: 5.13
Voltaje: 122.50 Corriente: 5.12
Voltaje: 121.04 Corriente: 5.09
Voltaje: 121.89 Corriente: 5.26
Voltaje: 123.11 Corriente: 5.22
Voltaje: 122.99 Corriente: 5.22
Voltaje: 121.41 Corriente: 5.12
Voltaje: 121.28 Corriente: 5.09
Voltaje: 122.26 Corriente: 5.17
Voltaje: 121.53 Corriente: 5.08
Voltaje: 122.26 Corriente: 5.14
Voltaje: 121.28 Corriente: 5.24
Voltaje: 123.35 Corriente: 5.27
Voltaje: 123.11 Corriente: 5.20
Voltaje: 123.11 Corriente: 5.32
Voltaje: 122.01 Corriente: 5.14
Voltaje: 122.38 Corriente: 5.18
Voltaje: 122.99 Corriente: 5.29
Voltaje: 122.01 Corriente: 5.08
Voltaje: 122.62 Corriente: 5.20
Voltaje: 122.74 Corriente: 5.29
```

Figura 3.9 Resultados del procesamiento mediante la esp-32 fuente Autor

Como se puede apreciar en la Figura 3.9 se tiene los resultados por pantalla de la salida del voltaje y corriente que sensan los sensores y que fueron procesados los datos mediante el dispositivo.



Figura 3.10 Resultados de la interfaz al usuario fuente Autor

En la Figura 3.10 se puede apreciar dos graficos el primero con línea de color azul corresponde a la medicion de voltaje, el segundo corresponde a la medicion de corriente ambos provienen del servidor broker.ctric.lat el cual recoge los datos que llegaron al servidor para mostrarle al usuario, la interfaz se puede moldear a lo que requiera el usuario.

3.1.4.5 Impacto Economico

El impacto económico es importante para un proyecto ya que determina si se necesita realizar ajustes para lograr resultados favorables, en este caso se obtuvieron los resultados en cuanto al gasto operativo y la ganancia que generó el área de taller.

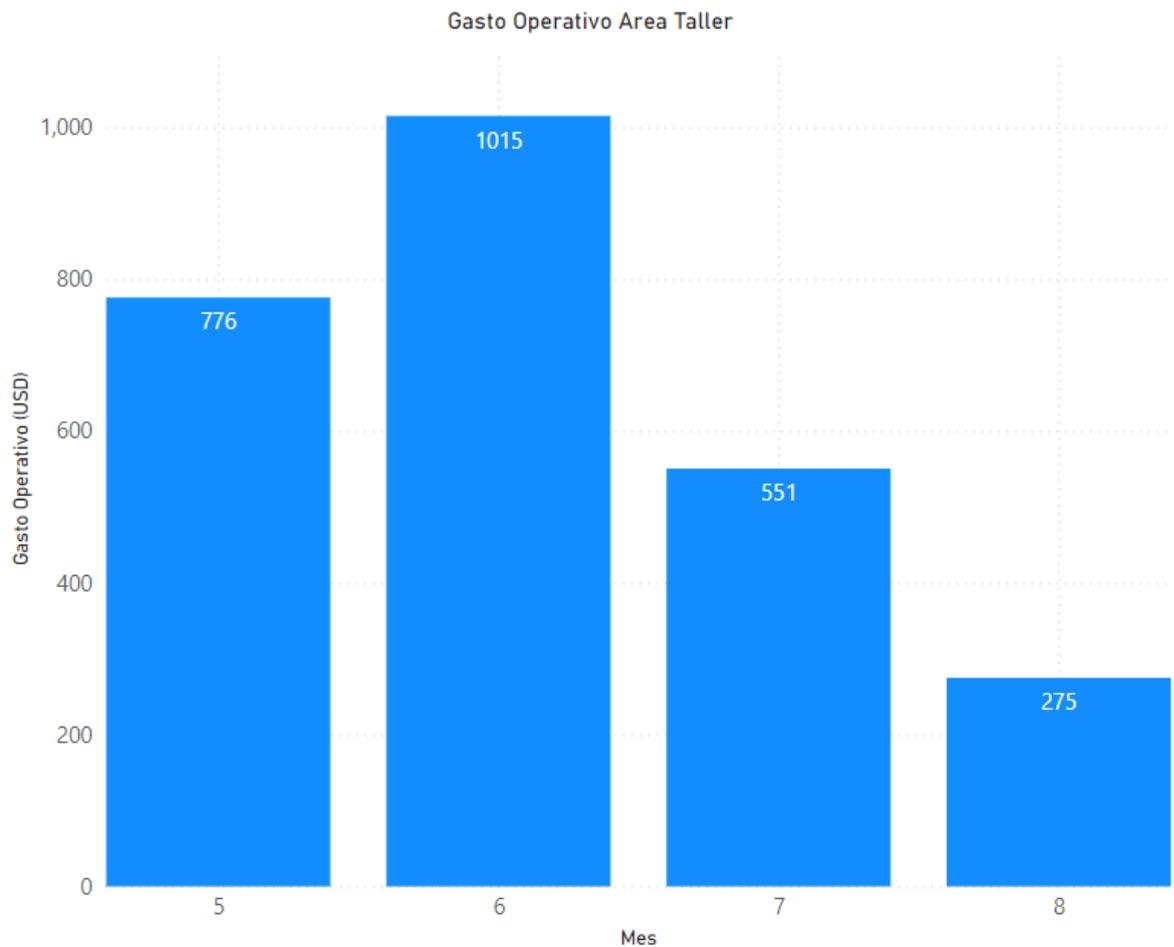


Figura 3.11 Gasto Operativo del área de taller fuente Autor

En la Figura 3.11 se tiene el gasto operativo generado por taller en los meses 5,6,7 y 8 que corresponden a (mayo, junio, julio y agosto) la cual pasa a reducirse a partir de los meses 7 y 8 que comenzaron con los primeros resultados generados por la solución implementada.

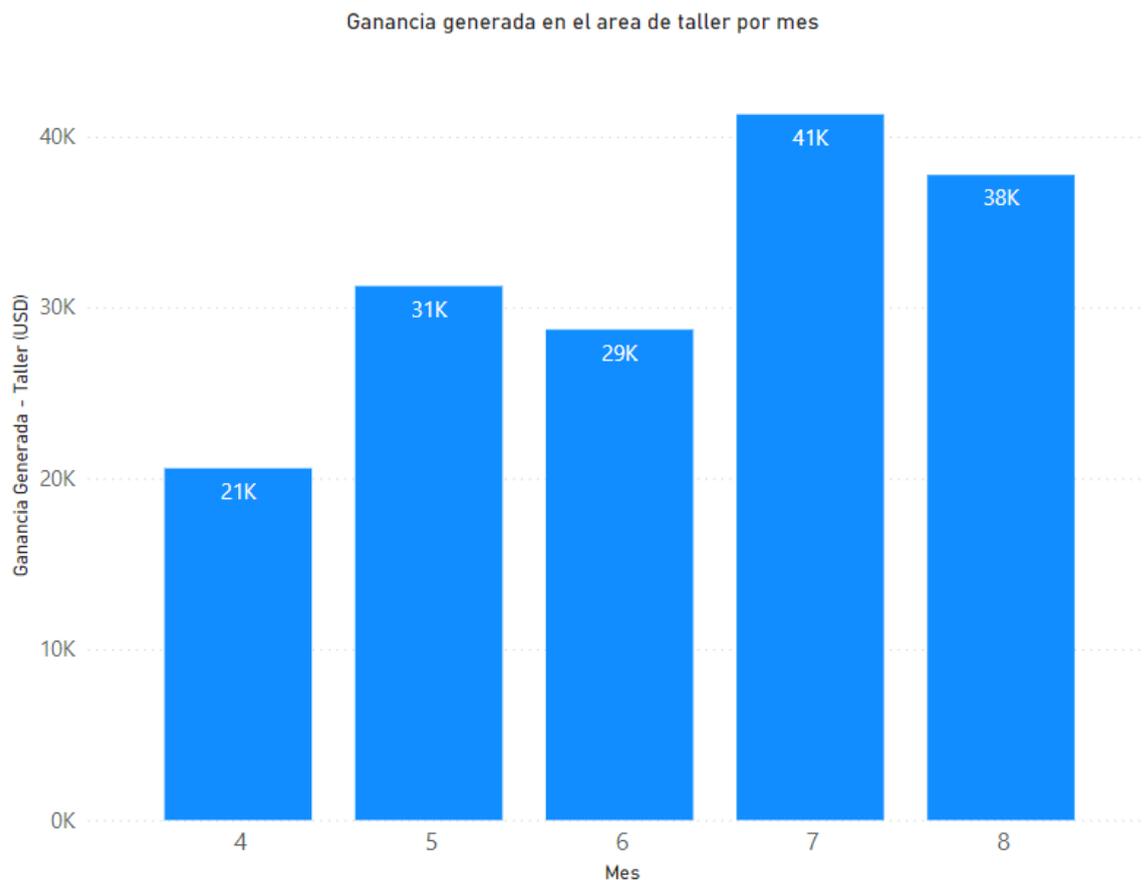


Figura 3.12 Ingresos Generados del área de taller fuente Autor

En la Figura 3.12 se tiene la ganancia que genero el área de taller en los meses 4,5,6,7 y 8 que corresponden a (abril, mayo, junio, julio y agosto) la cual pasa a aumentar, a diferencia del gráfico anterior el cual presentó una reducción, este gráfico corresponde la cantidad de ensambles y reparaciones que pudieron realizar en el mes y esto se puede ver un aumento significativo en los meses de julio y agosto.

Capítulo 4

4.1 Conclusiones y Recomendaciones

4.1.1 Conclusiones

- Según los resultados obtenidos, el sensor SCT013 utilizado para realizar lecturas de la corriente de un conductor demostró tener características suficientes para cumplir con los requerimientos en cuanto la medición de corrientes cercanas a los 100A para el funcionamiento del prototipo, en comparación a sensores que son invasivos, de menor características. El sensor mostró lecturas estables que no se vieron afectados por las diferentes escenarios que fue sometido el prototipo uno es midiendo baja corriente cercana a los 10A y otro midiendo corriente de un tablero donde alcanzaba corrientes de 40A. Adicionalmente, la comunicación digital establecida por el ESP-32, no presentó problemas por ruido externo como ocurre con otro tipo de sensores analógicos que suelen requerir de adaptadores de conexión. Por ende, la interfaz de comunicación en serie funcionó de forma óptima sin presentar errores en el envío y adquisición de datos.
- La tarjeta ESP-32 facilitó integrar y coordinar sensores, así como adaptar nuevos módulos a la solución propuesta. Esta ventaja se presentó dado que el chip ESP32 trabaja con un procesador dual core de 32 bits, facilitando la interconexión con dispositivos de bajo consumo para formar un hardware IoT. Además, el prototipo garantiza ser una solución viable desde el punto de vista de consumo energético y de seguridad.
- El diseño modular del prototipo facilita de gran manera una gran capacidad para adaptar sensores, no solo para las pruebas de corriente, sino también para medir

niveles de voltaje, entre otros. Estos diseños, al trabajar por etapas, posibilitan adaptarse a diferentes requerimientos, lo cual permite un mantenimiento sostenible. Por ello, la tarjeta ESP-32 permitió realizar un diseño bajo la arquitectura IoT mediante su gran capacidad para adaptar diferentes módulos electrónicos, ópticos y sensoriales.

- El retorno de inversión que genera la solución planteada con respecto al sueldo anual de un operario en el área eléctrica es de 9 %, con un potencial retorno de inversión aproximado de 40 dólares americanos por prototipo. Adicionalmente, que el rango de operación del prototipo oscila entre 3.6~5 V, lo que indica que el prototipo demuestra ser una solución optimizada de bajo consumo, bajo costo de inversión, bajo gasto operativo, una amplia gama de posibles usos dentro de la industria 4.0 y una amplia integración con múltiples servicios o erps como ODOO, SAP, NETSUIT entre otros.
- EL impacto económico generado por el prototipo incrementó en un 41% las ganancias que viene generando el área de taller y redujo el gasto de operación logístico en el mismo porcentaje aproximadamente, esto se debe a la reducción de la movilidad que supone las gestiones por las solicitudes de garantías de los equipos que se generaban por parte de los clientes a los cuales se les vendía equipo industrial.

4.1.2 Recomendaciones

La ubicación del prototipo dentro del tablero eléctrico es muy importante para tener lecturas de interés. Por ello se recomienda ubicar los sensores en un lugar cerca que se tenga acceso a las líneas de alimentación, también se debe tomar en cuenta la temperatura por ello también se debe tomar en cuenta ubicarlo preferiblemente afuera del tablero. Adicionalmente, se sugiere también que la zona cuente con excelente cobertura de señal wifi. Como parte del objetivo, es enviar los datos a un servidor para

que se puedan mostrar al usuario de manera constante. Por último, al utilizar la plataforma para ver las mediciones realizadas, como trabajo a futuro se recomienda implementar más formas de conexión a internet usando otras tecnologías que puedan transmitir datos a través de internet.

Durante el lapso que corresponde al desarrollo del proyecto se han presentado nuevas formas de mejorar el prototipo, es importante reconocer que estas mejoras pueden generar buenos márgenes o que a su vez pueda generar mayor aceptación en el mercado, es importante reconocer que a escala empresarial los negocios cuestan mas de cerrar por diferentes factores, como lo son áreas no técnicas que influyen fuertemente. poco presupuesto destinado para la adquisición entre otros factores, con respecto a las mejoras que se puede plantear , serían la implementación de medios de conexión es decir LTE, LORA WAN entre otras que se puedan adaptar a entornos donde la conectividad es escasa.

Referencias

[1] INDUCOMICC S.A. "Tableros eléctricos en Ecuador - Inducom Ecuador". Inducom Ecuador. <https://inducom-ec.com/tableros-electricos-en-ecuador/> (accedido el 28 de junio de 2023).

[2] Energiza S.A. "¿Cómo se conforman los tableros de control eléctricos? – Instalaciones y Materiales Eléctricos". Instalaciones y Material Eléctrico[Somos Mayoristas] - Energiza. <https://www.energiza.com.mx/blog/partes-de-un-tablero-de-control-electrico/> (accedido el 28 de junio de 2023).

[3] NEWLINE. "Variaciones de voltaje electricas". NEW LINE | Reguladores y Transformadores Variables de Voltaje. <https://corpnewline.com/variaciones-de-voltaje.htm#:~:text=¿Qué%20consecuencias%20pueden%20tener%20las,para%20los%20cuales%20fueron%20diseñados> (accedido el 28 de junio de 2023).

[4] J. Salazar. "Redes Inalámbricas". UPCommons. https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/100918/LM01_R_ES.pdf (accedido el 28 de junio de 2023).

[5] L. Blasco, "Cuáles son las diferencias entre E, GPRS, 3G, 4G, 5G y esas otras redes a las que se conecta tu celular (y cómo te afectan tu conexión a internet)", BBC, n.º 37247130, 5 de septiembre de 2016. [En línea]. Disponible: <https://www.bbc.com/mundo/noticias-37247130>

[6] Barbara. "Protocolos de comunicacion IoT que debes conocer - Barbara". Barbara - The Cybersecure Industrial Edge Platform. [https://barbaraiot.com/es/blog/protocolos-iot-que-deberias-conocer#:~:text=-%20A%20la%20hora%20de%20comunicar,\(transporte%20de%20telemetría%20MQ\)](https://barbaraiot.com/es/blog/protocolos-iot-que-deberias-conocer#:~:text=-%20A%20la%20hora%20de%20comunicar,(transporte%20de%20telemetría%20MQ)). (accedido el 28 de junio de 2023).

[7] Fortinet Inc. "¿Qué es la calidad de servicio (QoS) en las redes? | Fortinet". Fortinet. [https://www.fortinet.com/lat/resources/cyberglossary/qos-quality-of-service#:~:text=La%20calidad%20de%20servicio%20\(QoS\)%20es%20el%20uso%20de%20mecanismos,con%20capacidad%20de%20red%20limitada.](https://www.fortinet.com/lat/resources/cyberglossary/qos-quality-of-service#:~:text=La%20calidad%20de%20servicio%20(QoS)%20es%20el%20uso%20de%20mecanismos,con%20capacidad%20de%20red%20limitada.) (accedido el 28 de junio de 2023).

[8] A. Jahnke. "Las 4 etapas de la arquitectura IoT". Dispositivos y servicios IIoT para redes M2M | Digi International. <https://es.digi.com/blog/post/the-4-stages-of-iiot-architecture> (accedido el 28 de junio de 2023).

[9] UNIR. "¿Qué es la arquitectura IoT y dónde se emplea? | UNIR". UNIR. <https://www.unir.net/ingenieria/revista/arquitectura-iiot/#:~:text=La%20arquitectura%20IoT%20es%20un, donde%20serán%20procesados%20y%20almacenados.> (accedido el 28 de junio de 2023).

[10] K. Ramírez-Acosta, "Interfaz y experiencia de usuario: parámetros importantes para un diseño efectivo", Revista Tecnología en Marcha, vol. 30, n.º 5, pp. 49, diciembre de 2017. Accedido el 28 de junio de 2023. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.18845/tm.v30i5.3223>

[11] "Wi-Fi & Bluetooth MCUs and AIoT Solutions | Espressif Systems". Wi-Fi & Bluetooth MCUs and AIoT Solutions | Espressif Systems. <https://www.espressif.com/> (accedido el 28 de junio de 2023).

[12] "SCT013-100 Datasheet(PDF) - Beijing Yaohuadechang Electronic Co., Ltd." ALLDATASHEET.ES - Sitio de Búsqueda de Datasheet, Sitio de Búsqueda de Datasheet de Componentes Electrónicos y Semiconductores y otros semiconductores. <https://www.alldatasheet.es/datasheet-pdf/pdf/1160246/YHDC/SCT013-100.html> (accedido el 28 de junio de 2023).

[13] "FUENTE CONMUTADA 12V/10A/P - Módulos de fuentes de alimentación - Delta". AHD, HD-CVI, HD-TVI, HD-SDI, CCTV - Delta. https://shopdelta.eu/fuente-conmutada-12v10ap_l6_p3961.html (accedido el 28 de junio de 2023).

[14] "Qingxian Zeming Langxi Electronic". micro-transformer. <https://5nrwrwxhmqjijik.leadongcdn.com/ZMPT101B+specification-aidijBqoKomRilSqqokpjkp.pdf> (accedido el 28 de junio de 2023).

[15] J. Manuel. "Cómo compartir pantalla de Huawei a PC". [OFICIAL]Tenorshare - Experto en soluciones de móviles, Windows y Mac. <https://www.tenorshare.es/mirror-android/compartir-pantalla-de-huawei-a-pc.html> (accedido el 28 de junio de 2023).

[16] "Linksys". Linksys | Networking & WiFi Technology. <https://www.linksys.com/> (accedido el 28 de junio de 2023).

[17] Naylamp Mechatronics SAC. "Módulo ESP-WROOM-32 ESP32 WiFi". Naylamp Mechatronics - Perú.
<https://naylampmechatronics.com/espressif-esp/382-modulo-esp-wroom-32-esp32-wifi.html> (accedido el 10 de agosto de 2023).

[18] Universidad de Salamanca. "Aplicación e importancia de la IoT en la actualidad | Grupo de investigación BISITE | University of Salamanca". Investigación, Formación, Congresos | BISITE | Universidad de Salamanca.
<https://bisite.usal.es/es/blog/formaci-n/22/08/17/aplicaci-n-e-importancia-de-la-iot-en-la-actualidad-bisite#:~:text=El%20ámbito%20de%20aplicación%20de,que%20nos%20facilitan%20la%20vida.> (accedido el 10 de agosto de 2023).

[19] Openjs Foundation. "About | Node.js". Node.js. <https://nodejs.org/en/about> (accedido el 10 de agosto de 2023).

[20] Proto Electronics. "IoT: ¿Cuál es su impacto en el diseño y la fabricación de PCB?" Rapid PCB Assembly Prototypes - Proto-Electronics.
<https://www.proto-electronics.com/es/blog/iot-impacto-diseno-fabricacion-pcb> (accedido el 16 de agosto de 2023).

[21] Servicio de Rentas Internas, "LEY DE REGIMEN TRIBUTARIO INTERNO, LRTI", 21 de agosto de 2018, LEY DE REGIMEN TRIBUTARIO INTERNO, GUAYAQUIL, ECUADOR. [En línea]. Disponible:
<https://www.ces.gob.ec/lotaip/2018/Agosto/Anexos-literal-a2/LEY%20DE%20REGIMEN%20TRIBUTARIO%20INTERNO,%20LRTI.pdf>

[22] R. Dong, J. Xu y B. Lin, "ROI-based study on impact factors of distributed PV projects by LSSVM-PSO", Energy, vol. 124, pp. 336–349, abril de 2017. Accedido el 16 de agosto de 2023. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.1016/j.energy.2017.02.056>

[23] SMS Auditores. "Tabla Sectorial de Salarios Mínimos Ecuador 2023: ¿Qué necesitas saber?" SMS Auditores con Tecnología en Ecuador.
<https://smsecuador.ec/tabla-sectorial-de-salarios-minimos-ecuador-2023-que-necesitas-saber/> (accedido el 10 de agosto de 2023).

ANEXOS

ANEXO I

```
#include <EmonLib.h>
#include <ArduinoJson.h>
#include <WiFi.h>
#include <PubSubClient.h>

const char* ssid = "SSID";
const char* password = "password";

const char* mqttServer = "servidor";
const int mqttPort = puerto;
const char* mqttUser = "usuario";
const char* mqttPassword = "contraseña";

WiFiClient espClient;
PubSubClient client(espClient);
EnergyMonitor emon1;
```

```
void setup() {  
  
  Serial.begin(115200);  
  Serial.println();  
  
  WiFi.begin(ssid, password);  
  
  while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {  
    delay(500);  
    Serial.println("Conectando a la red wifi..");  
  }  
  
  Serial.println("Dispositivo conectado a la Red");  
  
  client.setServer(mqttServer, mqttPort);  
  
  while (!client.connected()) {  
    Serial.println("Conectando al servidor MQTT...");  
  
    if (client.connect("ESP32Client", mqttUser, mqttPassword )) {  
      Serial.println("conectado");  
    } else {  
      Serial.print("Falla de Conexion al Servidor MQTT");  
      Serial.print(client.state());  
      delay(2000);  
    }  
  }  
  
  emon1.voltage(36, 191.80, 1.7); // Voltage: input pin, calibration, phase_shift  
  emon1.current(39, 9.1);       // Current: input pin, calibration.  
}
```

```

void loop() {

  client.loop();

  StaticJsonBuffer<300> JSONbuffer;
  JsonObject& JSONencoder = JSONbuffer.createObject();

  char str_virms[16];
  char str_irms[16];
  char str_power[16];
  char str_powerfactor[16];

  emon1.calcVI(20,2000);          // Calculate all. No.of half wavelengths (crossings), time-out
  emon1.serialprint();
  float realPower      = emon1.realPower;      //extract Real Power into variable
  float powerFactor    = emon1.powerFactor;    //extract Power Factor into Variable
  float supplyVoltage  = emon1.Vrms;          //extract Vrms into Variable
  float Irms           = emon1.Irms;

  sprintf(str_virms, "%f", supplyVoltage);
  sprintf(str_irms, "%f", Irms);
  if (realPower < 0){
    sprintf(str_power, "%f", realPower*(-1));
    sprintf(str_powerfactor, "%f", powerFactor*(-1));
  }
  else{
    sprintf(str_power, "%f", realPower);
    sprintf(str_powerfactor, "%f", powerFactor);
  }

  JSONencoder["voltaje"] = str_virms;
  JSONencoder["corriente"] = str_irms;
  JSONencoder["potencia"] = str_power;
  JSONencoder["factorpotencia"] = str_powerfactor;

  char JSONmessageBuffer[100];
  JSONencoder.printTo(JSONmessageBuffer, sizeof(JSONmessageBuffer));
  Serial.println("Publicando Datos al Topico..");
  //Serial.println(JSONmessageBuffer);

  if (client.publish("tablero", JSONmessageBuffer) == true) {
    Serial.println("Mensaje enviado Correctamente");
  } else {
    Serial.println("Error al Enviar Mensaje");
  }
}

```

ANEXO II

Split core current transformer



Model: SCT-013

Rated input current: 5A/100A

Characteristics: Opening size: 13mm*13mm,
 Non-linearity $\pm 3\%$ (10%—120% of rated input current)
 1m leading wire, standard $\Phi 3.5$ three core plug output.
 Current output type and voltage output type (voltage output type built-in sampling resistor)

Purpose: Used for current measurement, monitor and protection for AC motor, lighting equipment, air compressor etc

Core material: ferrite

Mechanical strength: the number of switching is not less than 1000 times(test at 25°C)

Safety index: Dielectric strength(between shell and output)1000V AC/1min

Fire resistance property: In accordance with UL94-Vo

Work temperature: -25°C ~ +70°C

Outline size diagram: (in mm)

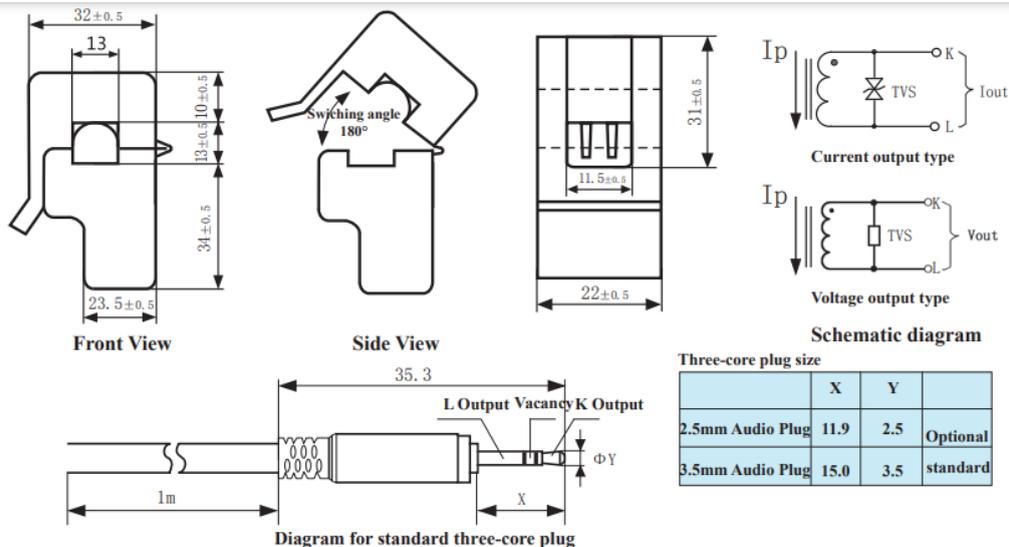


Table of technical parameter:

Model	SCT-013-000	SCT-013-005	SCT-013-010	SCT-013-015	SCT-013-020
Input current	0-100A	0-5A	0-10A	0-15A	0-20A
Output type	0-50mA	0-1V	0-1V	0-1V	0-1V
Model	SCT-013-025	SCT-013-030	SCT-013-050	SCT-013-060	SCT-013-000V

※ Output type: voltage output type built-in sampling resistor, current output type built-in protective diode.

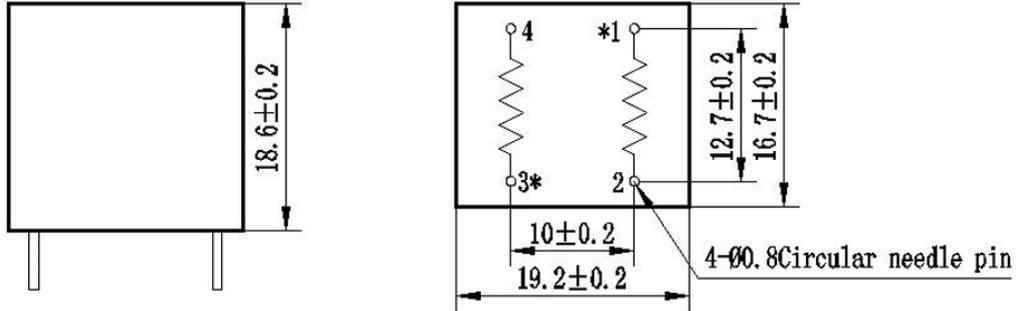
Tel: 86-13933609279 Fax: 86-7929499-804 skype:macymeng1
 Web (China): www.yhdc.com Web (Latvia): www.yhdc.lv

ANEXO III

ZMPT101B Current-type Voltage Transformer

Small size, high accuracy, good consistency, for voltage and power measurement

Structural parameters:



Remarks: primary input: 1、2 pins secondary output: 3、4pins
Or
primary input:: 3、4 pins secondary output::1、2pins
“*” Same polarity

Front view

Bottom view

The main technical parameters:

Model	ZMPT101B
Rated input current	2mA
Rated output current	2mA
turns ratio	1000:1000
phase angle error	≤20' (input 2mA, sampling resistor 100Ω)
operating range	0~1000V 0~10mA (sampling resistor 100Ω)
linearity	≤0.2%(20%dot~120%dot)
Permissible error	-0.3%≤ f ≤+0.2% (input 2mA, sampling resistor 100Ω)
isolation voltage	4000V
application	voltage and power measurement
Encapsulation	Epoxy
installation	PCB mounting (Pin Length>3mm)
Operating temperature	-40℃~+60℃
Case Material	ABS (Note: ABS CASE is NOT available for wave-soldering)

Direction for use:

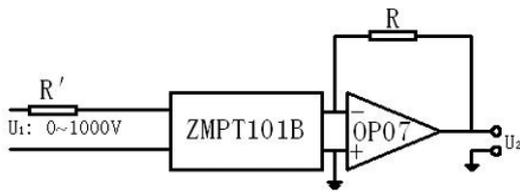


Figure I

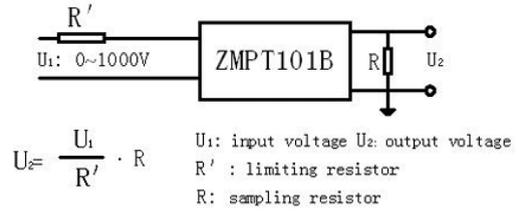
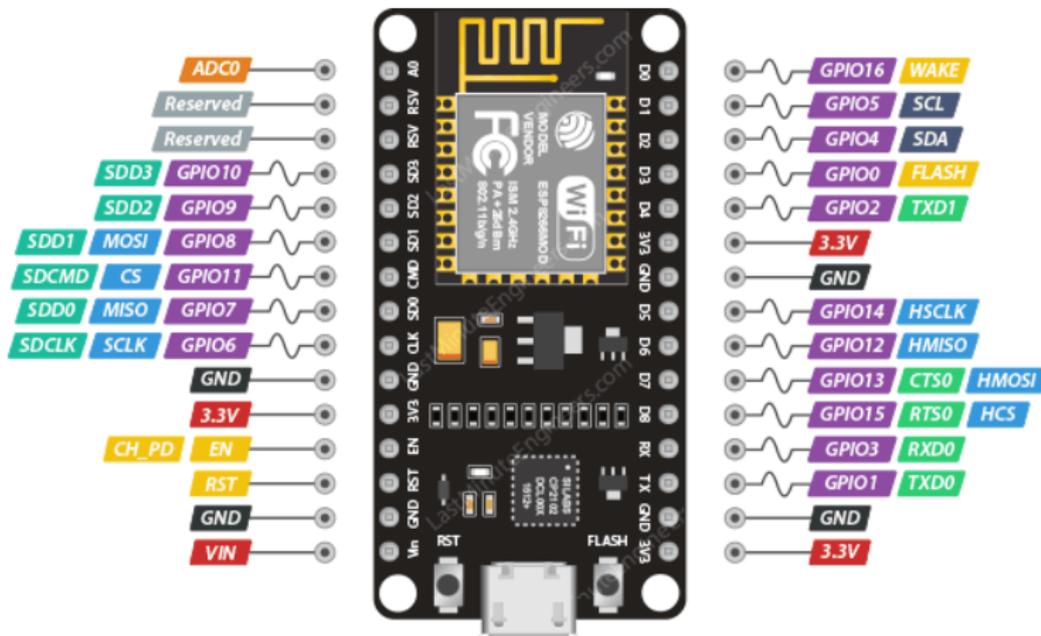


Figure II

1. The typical usage of the product is for the active output (Figure I). R' is a limiting resistor, R is a sampling resistor.
2. The product can be directly through the resistance sampling, easy to use (Figure II).

ANEXO IV



ANEXO V

LEY DE REGIMEN TRIBUTARIO INTERNO, LRTI

Codificación 26
Registro Oficial Suplemento 463 de 17-nov.-2004
Ultima modificación: 21-ago.-2018
Estado: Reformado

NOTA GENERAL:

La Ley de Régimen Tributario Interno, tiene la jerarquía de Orgánica por artículo 153 de Decreto Legislativo No. 00, publicado en Registro Oficial Suplemento 242 de 29 de Diciembre del 2007 . (Tercer Suplemento).

Nota: Mediante Resolución de la Corte Constitucional No. 10, publicada en Registro Oficial Suplemento 57 de 24 de Julio del 2018 , declara la inconstitucionalidad por el fondo de la frase "que tiene la jerarquía de Orgánica" que fue agregada por el artículo 153 de la Ley Reformatoria para la Equidad Tributaria del Ecuador.

De acuerdo al Artículo 1, literal c), de la Ley del Fondo de Desarrollo Universitario y Politécnico, dada por Ley No. 0, publicada en Registro Oficial 940 de 7 de Mayo de 1996 , se destina el equivalente al 10% del IVA, a partir del ejercicio 1999, para financiamiento de las Universidades y Politécnicas.

Por Decreto Ejecutivo 1494, publicado en Registro Oficial 500 de 6 de enero del 2009 se dicta el Reglamento para la Sanción de Clausura de Locales, probablemente aplicable a la sanción de clausura por infracciones tributarias.

Mediante Ley No. 0, publicada en Registro Oficial Suplemento 206 de 22 de marzo del 2018 , derogó la Ley de Plusvalía, que reformó los artículos 29 y 41 de esta Ley. (Segundo Suplemento).

H. CONGRESO NACIONAL
LA COMISION DE LEGISLACION Y CODIFICACION

Resuelve:

EXPEDIR LA SIGUIENTE CODIFICACION DE LA LEY DE REGIMEN TRIBUTARIO INTERNO

Art. 10.- Deducciones.- En general, con el propósito de determinar la base imponible sujeta a este impuesto se deducirán los gastos e inversiones que se efectúen con el propósito de obtener, mantener y mejorar los ingresos de fuente ecuatoriana que no estén exentos.

En particular se aplicarán las siguientes deducciones:

1.- Los costos y gastos imputables al ingreso, que se encuentren debidamente sustentados en comprobantes de venta que cumplan los requisitos establecidos en el reglamento correspondiente;

2.- Los intereses de deudas contraídas con motivo del giro del negocio, así como los gastos efectuados en la constitución, renovación o cancelación de las mismas, que se encuentren debidamente sustentados en comprobantes de venta que cumplan los requisitos establecidos en el reglamento correspondiente. No serán deducibles los intereses en la parte que exceda de la tasa que sea definida mediante Resolución por la Junta de Política y Regulación Monetaria y Financiera, así como tampoco los intereses y costos financieros de los créditos externos no registrados en el Banco Central del Ecuador.

Serán deducibles los costos o gastos derivados de contratos de arrendamiento mercantil o leasing, de acuerdo a la técnica contable pertinente. No serán deducibles los costos o gastos por contratos de arrendamiento mercantil o Leasing cuando la transacción tenga lugar sobre bienes que hayan sido de propiedad del mismo sujeto pasivo, de partes relacionadas con él o de su cónyuge o parientes dentro del cuarto grado de consanguinidad o segundo de afinidad; ni tampoco cuando el plazo del contrato sea inferior al plazo de vida útil estimada del bien, conforme su naturaleza salvo en el caso de que siendo inferior, el precio de la opción de compra sea mayor o igual al saldo del precio equivalente al de la vida útil restante; ni cuando las cuotas de arrendamiento no sean iguales entre sí.

Para que sean deducibles los intereses pagados por créditos externos otorgados directa o indirectamente por partes relacionadas, el monto total de éstos no podrá ser mayor al 300% con respecto al patrimonio, tratándose de sociedades. Tratándose de personas naturales, el monto total de créditos externos no deberá ser mayor al 60% con respecto a sus activos totales.

Suplemento 100 de la Ley de Diciembre del 2011.

Concordancias:

REGLAMENTO PARA APLICACION LEY DE REGIMEN TRIBUTARIO INTERNO, LRTI, Arts. 21, 27, 28, 29, 30, 34, 35, 46, 51, 70, 72, 105

CODIGO CIVIL (TITULO PRELIMINAR), Arts. 22, 23, 30

CODIGO CIVIL (LIBRO IV), Arts. 1957

CODIGO ORGANICO DE LA PRODUCCION, COMERCIO E INVERSIONES, COPCI, Arts. 9

CODIGO ORGANICO DE LA ECONOMIA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, Arts. 613, 615

Jurisprudencia:

Gaceta Judicial, GLOSAS POR GASTOS DE VIAJES DE EJECUTIVOS, 29-jun-1993

Gaceta Judicial, GASTOS DE REPRESENTACION Y RESIDENCIA DE EMPRESAS MERCANTILES, 27-jul-1993

Gaceta Judicial, IMPUESTO A LA RENTA POR BONIFICACION DEL BANCO CENTRAL, 22-jul-1999

Gaceta Judicial, INTERESES PAGADOS AL IEISS, 18-jul-2002

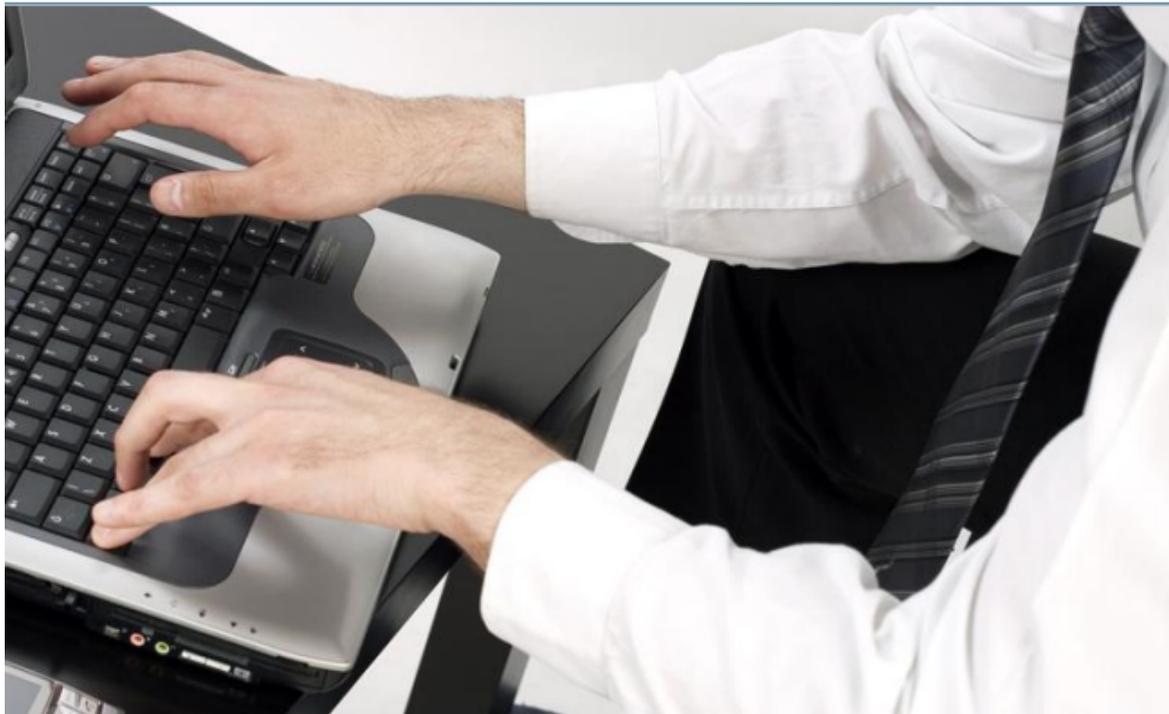
Gaceta Judicial, IMPUGNACION TRIBUTARIA, 20-mar-2009

Gaceta Judicial, LIQUIDACION DE IMPUESTOS, 23-jun-2009

Gaceta Judicial, IMPUGNACION TRIBUTARIA, 10-oct-2012

ANEXO VI

SRIinforma



Extracto Arts. 10 al 15 Ley Orgánica de
Régimen Tributario Interno y Arts. 26 al
31 y Art. 36 Reglamento para la
aplicación Ley de Régimen Tributario
Interno



Impuesto a la Renta

Art. 28.- Gastos generales deducibles.- Bajo las condiciones descritas en el artículo precedente y siempre que no hubieren sido aplicados al costo de producción, son deducibles los gastos previstos por la Ley de Régimen Tributario Interno, en los términos señalados en ella y en este reglamento, tales como:

6. Depreciaciones de activos fijos.

a) La depreciación de los activos fijos se realizará de acuerdo a la naturaleza de los bienes, a la duración de su vida útil y la técnica contable. Para que este gasto sea deducible, no podrá superar los siguientes porcentajes:

(I) Inmuebles (excepto terrenos), naves, aeronaves, barcasas y similares 5% anual.

(II) Instalaciones, maquinarias, equipos y muebles 10% anual.

(III) Vehículos, equipos de transporte y equipo caminero móvil 20% anual.

(IV) Equipos de cómputo y software 33% anual.

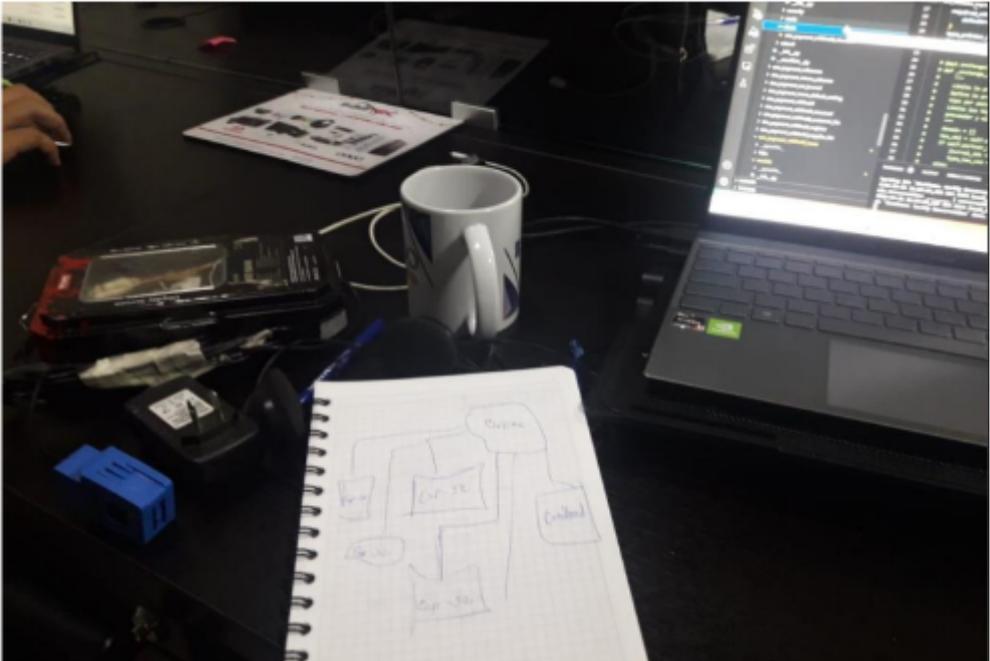
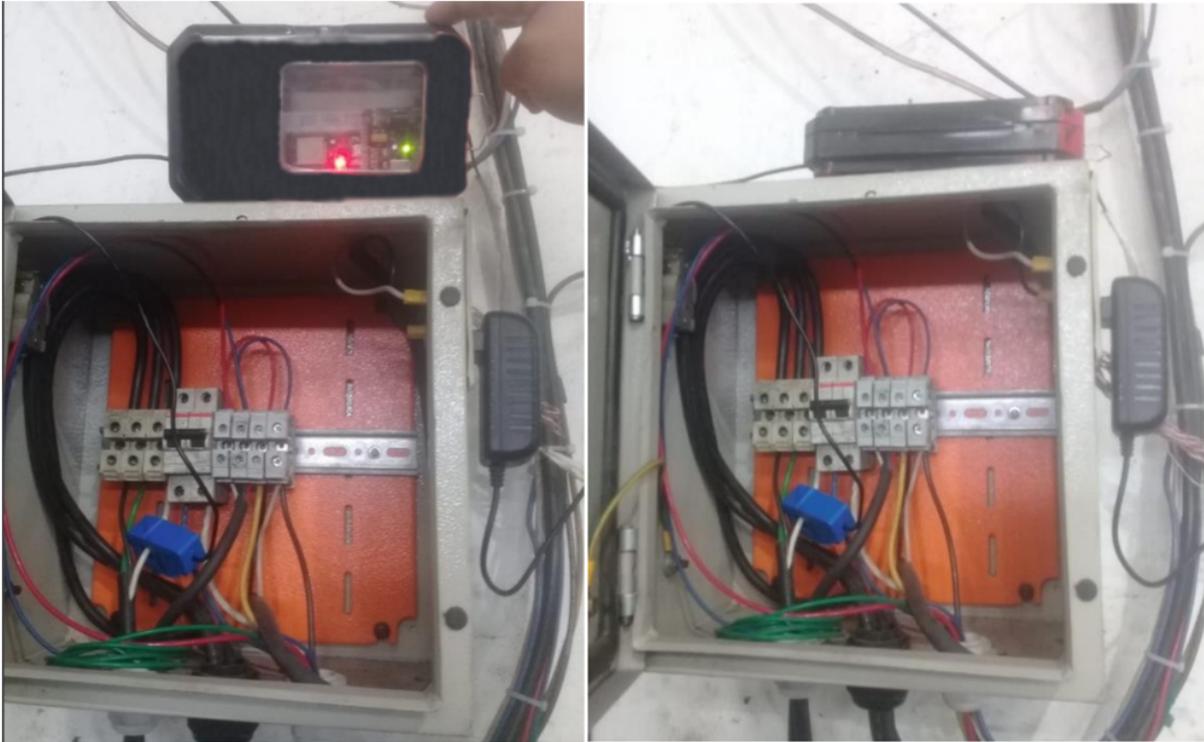
En caso de que los porcentajes establecidos como máximos en este Reglamento sean superiores a los calculados de acuerdo a la naturaleza de los bienes, a la duración de su vida útil o la técnica contable, se aplicarán estos últimos.

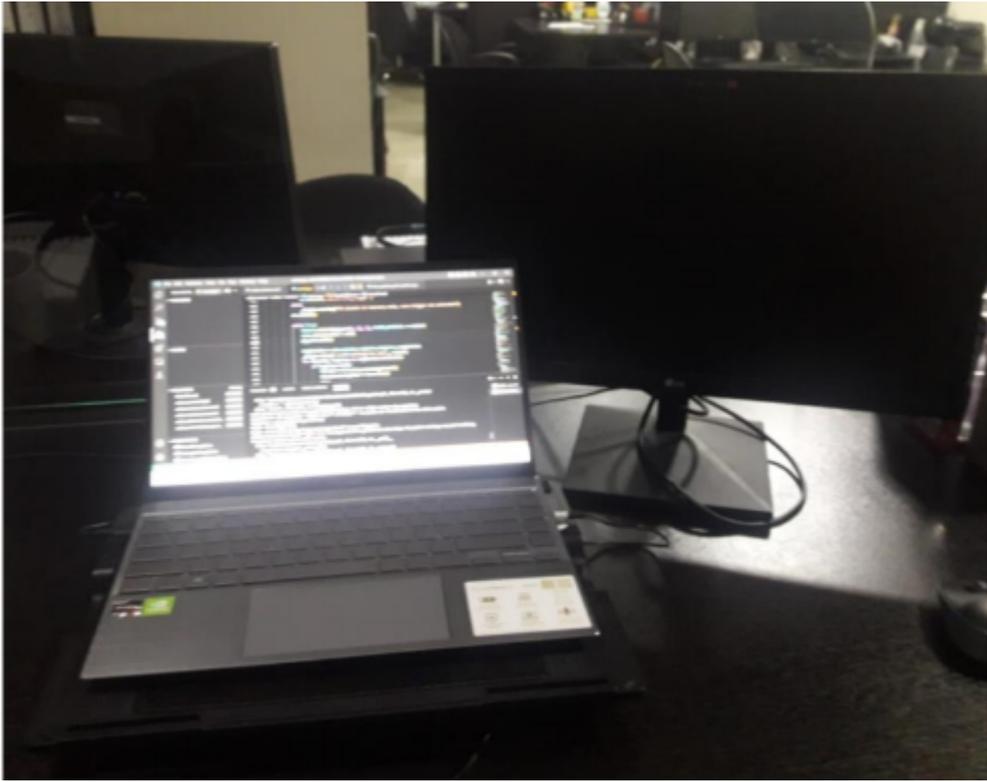
b) Cuando el contribuyente haya adquirido repuestos destinados exclusivamente al mantenimiento de un activo fijo podrá, a su criterio, cargar directamente al gasto el valor de cada repuesto utilizado o depreciar todos los repuestos adquiridos, al margen de su utilización efectiva, en función a la vida útil restante del activo fijo para el cual están destinados, pero nunca en menos de cinco años. Si el contribuyente vendiere tales repuestos, se registrará como ingreso gravable el valor de la venta y, como costo, el valor que faltare por depreciar. Una vez adoptado un sistema, el contribuyente solo podrá cambiarlo con la autorización previa del respectivo Director Regional del Servicio de Rentas Internas:

ANEXO VII

ANEXO 1: ESTRUCTURAS OCUPACIONALES - SALARIOS MÍNIMOS SECTORIALES Y TARIFAS				
COMISIÓN SECTORIAL No. 12 "TECNOLOGÍA: HARDWARE Y SOFTWARE (INCLUYE TIC'S)"				
RAMAS DE ACTIVIDAD ECONÓMICA:				
	1.- INFORMÁTICA Y ACTIVIDADES CONEXAS			
	2.- TÉCNICOS EN TELECOMUNICACIONES Y COMPUTACIÓN (TÉCNICOS EN PROGRAMACIÓN Y SOFTWARE-TÉCNICOS EN HARDWARE)			
	3.- OTROS SERVICIOS RELACIONADOS CON TECNOLOGÍA: HARDWARE Y SOFTWARE (INCLUYE TIC'S)			
CARGO / ACTIVIDAD	ESTRUCTURA OCUPACIONAL	COMENTARIOS / DETALLES DEL CARGO O ACTIVIDAD	CÓDIGO IESS	SALARIO MÍNIMO SECTORIAL 2023
DIRECTOR DE TELECOMUNICACIONES / JEFE DE ÁREA	A1		1209642000004	485.77
SUPERVISOR GENERAL DE TELECOMUNICACIONES	B1		1209642000005	485.10
SUPERVISOR DE SISTEMAS, DESARROLLO, TECNOLOGÍA Y PROYECTOS	B1		1209642000006	485.10
ARQUITECTO Y USABILIDAD DE SOFTWARE	B1		1209642000007	485.10
SUPERVISOR DE DISEÑO DE SOFTWARE	B2		1209642000008	484.43
ADMINISTRADOR DE BASE DE DATOS	B2		1209642000009	484.43
INGENIERO ELECTRÓNICO ESPECIALISTA EN MANTENIMIENTO	B2		1220030000001	484.43
ANALISTA DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO DE HARDWARE Y SOFTWARE	B2		1220000000001	484.43
ANALISTA/CONTROLLER DE CALIDAD DE SOFTWARE	B2		1220000000002	484.43
ESPECIALISTA DE TELECOMUNICACIONES	B3		1209642000010	483.76
SUPERVISOR DE PLATAFORMAS / EQUIPO DE VOZ Y DATOS	B3		1209642000011	483.76
TÉCNICO OPERADOR DE RADAR	B3		1209642000014	483.76
SUPERVISOR DE PLANTA EXTERNA / SEGURIDAD ELECTRÓNICA / CABLEADO ESTRUCTURADO	B3		1230000000003	483.76
PROGRAMADOR EN TELECOMUNICACIONES	C1		1209642000016	483.08
ANALISTA DE SOFTWARE	C1		1209642000017	483.08

ANEXO VIII





ANEXO IX

dashboard.ejs

```
<!DOCTYPE html>
<html lang="en">
  <head>
    <meta charset="UTF-8" />
    <meta http-equiv="X-UA-Compatible" content="IE=edge" />
    <meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1.0" />
    <title><%=dashboardTitle%></title>
    <link
      href="https://fonts.googleapis.com/icon?family=Material+Symbols+Sharp"
      rel="stylesheet"
    />
    <script src="https://cdn.plot.ly/plotly-2.16.1.min.js"></script>
    <script src="https://unpkg.com/mqtt/dist/mqtt.min.js"></script>
    <link rel="stylesheet" href="./style.css" />
  </head>
  <body>
    <div class="container">
      <aside>
        <div class="top">
          <div class="logo">
            <!--  -->
            <h2><%=name%></h2>
          </div>
          <div class="close" id="close-btn">
            <span class="material-symbols-sharp"> close </span>
          </div>
        </div>
        <div class="sidebar">
          <a href="#" class="active">
            <span class="material-symbols-sharp"> dashboard </span>
            <h3>Dashboard</h3>
          </a>
        </div>
      </aside>
      <main>
        <h1><%=dashboardTitle%></h1>
        <div class="connection-status">
```

```
<h1><%=dashboardTitle%></h1>
<div class="connection-status">
  <h3>Connection Status: <span class="status">Disconnected</span></h3>
</div>
<div class="insights">
  <div class="temperature">
    <div class="middle">
      <div class="left">
        <h3>Voltaje</h3>
        <h1 id="temperature"></h1>
      </div>
      <div class="icon">
        <span class="material-symbols-sharp"> bolt </span>
      </div>
    </div>
  </div>
  <!-- End of temperature -->
  <div class="humidity">
    <div class="middle">
      <div class="left">
        <h3>Corriente</h3>
        <h1 id="humidity"></h1>
      </div>
      <div class="icon">
        <span class="material-symbols-sharp">
          electric_meter
        </span>
      </div>
    </div>
  </div>
  <!-- End of humidity -->
  <div class="pressure">
    <div class="middle">
      <div class="left">
        <h3>Potencia [consumo]</h3>
        <h1 id="pressure"></h1>
      </div>
```

```

    <h3>Potencia (consumo)</h3>
    <h1 id="pressure"></h1>
  </div>
  <div class="icon">
    <span class="material-symbols-sharp"> power </span>
  </div>
</div>
</div>
<!-- End of pressure -->
<div class="altitude">
  <div class="middle">
    <div class="left">
      <h3>factor de Potencia (consumo)</h3>
      <h1 id="altitude"></h1>
    </div>
    <div class="icon">
      <span class="material-symbols-sharp"> ev_station </span>
    </div>
  </div>
</div>
<!-- End of altitude -->
</div>
<!-- End of Insights -->
<div class="histories">
  <h2>Historico de datos</h2>
  <div class="history-charts">
    <div id="temperature-history" class="history-divs"></div>
    <div id="humidity-history" class="history-divs"></div>
    <div id="pressure-history" class="history-divs"></div>
    <div id="altitude-history" class="history-divs"></div>
  </div>
</div>
</main>
<div class="right">
  <div class="top">
    <button id="menu-btn">

```

```

    </div>
  </div>
</main>
<div class="right">
  <div class="top">
    <button id="menu-btn">
      <span class="material-symbols-sharp"> menu </span>
    </button>
    <div class="theme-toggler">
      <span class="material-symbols-sharp active"> light_mode </span>
      <span class="material-symbols-sharp"> dark_mode </span>
    </div>
  </div>
  <!-- End of top -->
  <div class="gauge-charts">
    <h2>Grafico de Escalas</h2>
    <div class="item">
      <div id="temperature-gauge"></div>
    </div>
    <div class="item">
      <div id="humidity-gauge"></div>
    </div>
    <div class="item">
      <div id="pressure-gauge"></div>
    </div>
    <div class="item">
      <div id="altitude-gauge"></div>
    </div>
  </div>
</div>
</div>
<script type="module" src="./index.js"></script>
<script type="module" src="./mqttService.js"></script>
</body>
</html>

```

express js

```
const express = require("express");
const app = express();
const port = 3000;

// load dotenv to read environment variables
require("dotenv").config();

// template view engine
app.set("view engine", "ejs");

// Serve Static Files
app.use(express.static("public"));

//routes
const dashboardRouter = require("../routes/dashboard");

app.get("/mqttConnDetails", (req, res) => {
  res.send(
    JSON.stringify({
      mqttServer: process.env.MQTT_BROKER,
      mqttTopic: process.env.MQTT_TOPIC,
    })
  );
});

app.get("/", dashboardRouter);

app.listen(port, () => {
  console.log(`Example app listening on port ${port}`);
});
```