

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

**FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA,
INFORMÁTICA Y MECÁNICA**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA



TESIS

**SISTEMA DE TELEMEDIDA DEL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE
BAJA TENSIÓN**

PRESENTADO POR:

Br. JESUS MARIN QUISPE

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL
DE INGENIERO ELECTRÓNICO**

ASESOR:

Dr. LIMBERG WALTER UTRILLA MEGO

CUSCO – PERÚ

2024

INFORME DE ORIGINALIDAD

(Aprobado por Resolución Nro.CU-303-2020-UNSAAC)

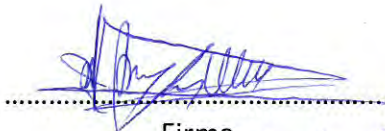
El que suscribe, **Asesor** del trabajo de investigación titulada: Sistema de telemedida del consumo de Energía Eléctrica de baja Tensión, presentado por EL Bachiller Jesús María Quispe, con DNI Nro. 41867900, para optar el título profesional de **Ingeniero Electrónico**, Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por 02 veces, mediante el Software Antiplagio, conforme al Art. 6° del **Reglamento para Uso de Sistema Antiplagio de la UNSAAC** y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de 9%.

Evaluación y acciones del reporte de coincidencia para trabajos de investigación conducentes a grado académico o título profesional, tesis

Porcentaje	Evaluación y Acciones	Marque con una (X)
Del 1 al 10%	No se considera plagio.	<input checked="" type="checkbox"/>
Del 11 al 30 %	Devolver al usuario para las correcciones.	<input type="checkbox"/>
Mayor a 31%	El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, quien a su vez eleva el informe a la autoridad académica para que tome las acciones correspondientes. Sin perjuicio de las sanciones administrativas que correspondan de acuerdo a Ley.	<input type="checkbox"/>

Por tanto, en mi condición de asesor, firmo el presente informe en señal de conformidad y **adjunto** la primera página del reporte del Sistema Antiplagio.

Cusco, 09 de Octubre de 2024



Firma

Post firma Walter Utrillo Mery

Nro. de DNI N° 18114470

ORCID del Asesor 0000-0001-8645-7324

Se adjunta:

1. Reporte generado por el Sistema Antiplagio.
2. Enlace del Reporte Generado por el Sistema Antiplagio: **oid:** 27259:388582959 ✓

NOMBRE DEL TRABAJO

TESIS J_M_Q v4.docx

AUTOR

Jesús Marín

RECUENTO DE PALABRAS

19591 Words

RECUENTO DE CARACTERES

103741 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

156 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

30.5MB

FECHA DE ENTREGA

Oct 4, 2024 11:50 AM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Oct 4, 2024 11:53 AM GMT-5**● 9% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 8% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 5% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

DEDICATORIA

A mi padre German, quien me inculcó la responsabilidad, la honradez y el respeto, siempre vivirás en mi mente y corazón.

A mi madre Florencia, el amor más puro, sincero y desinteresado.

A mi hija Illari, que es la razón de mi vida.

Jesús Marín Quispe

AGRADECIMIENTO

A Dios por darme la vida y llenarme siempre de bendiciones permitiéndome culminar esta etapa tan importante de mi vida.

A mis padres por siempre creer en mí dándome su apoyo incondicional y sus consejos, gracias a ellos he logrado alcanzar una de mis grandes metas.

A mi asesor M.Sc. Walter L. Utrilla Mego, por la mentoría y el gran apoyo proporcionado en todo el tiempo que se realizó el presente trabajo.

Jesús Marín Quispe

INDICE GENERAL

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
INDICE GENERAL	iv
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	viii
RESUMEN	xi
ABSTRACT.....	xii
INTRODUCCIÓN	xiii
CAPITULO I: GENERALIDADES	14
1.1 Descripción del problema.....	14
1.2 Formulación del problema	18
1.3 Objetivos.....	18
1.3.1 Objetivo general.....	18
1.3.2 Objetivos específicos	18
1.4 Justificación del estudio.....	18
1.5 Alcances	19
1.6 Variables e indicador	19
1.7 Metodología	19
1.7.1 Técnicas e instrumentos de recolección de información	19
1.7.2 Actividades del trabajo.....	20
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO	22
2.1. Fundamento teórico.....	22
2.2. La acometida	22
2.3. Medidores eléctricos.....	22
2.4. Comportamiento de los principales medidores en el mercado	22
2.5. Telemetida	25
2.6. Métodos para medir corrientes AC y CD.....	28
2.7. Circuitos integrados (ICs) de medición de energía.....	30
2.7.1. Modelo ICs ADE9153.....	30
2.7.2. Modelo ICs BL 0940.....	31
2.8. Muestro de Señales	33
2.9. Teorema de Nyquist	33
2.10. Introducción a tecnologías inalámbrica.....	34

2.10.1.	Low Power wide area network	37
2.11.	Lora Range (Lo Ra)	38
2.12.	Lora Wan.....	40
2.12.1.	Características de Lora Wan	42
2.12.2.	Protocolo LoRaWan	44
2.13.	Seguridad de Lora Wan	46
2.14.	Soporte para el sistema - Servidor de red LoRa WAN	47
2.14.1.	Base de datos.....	49
2.14.2.	Diseño e interfaz visual.....	49
2.15.	Estado del arte.....	50
CAPITULO III: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN		53
3.1.	Introducción.	53
3.2.	El sistema y sus requerimientos.	53
3.3.	Estudio de campo	54
3.4.	Diseño del sistema.....	57
3.4.1.	Acondicionamiento del sensor BL0940.....	57
3.4.2.	Implementación del administrador del sistema.	70
3.4.3.	Integración de hardware.....	79
3.4.4.	Ensamblaje del instrumento de medición y comunicación LoRaWAN	80
3.5.	Diseño sistema de comunicación inalámbrica.	82
3.5.1.	Diseño de la red LoRaWAN.	82
3.5.2.	Gateway LoRaWAN	83
3.5.3.	Cálculo de la cobertura de transmisión.	87
3.6.	Visualización remota del registro a distancia del consumo de energía eléctrica.....	92
3.6.1.	Soporte para el sistema - Servidor de red LoRa WAN.....	92
3.6.2.	Interfaz visual	95
CAPITULO IV PRUEBAS Y RESULTADOS		99
4.1.	Pruebas de cobertura	99
4.2.	Análisis de los resultados de cobertura.....	100
4.3.	Error en la transmisión	101
4.4.	RSSI de dragino OLG02	101
4.5.	RSSI del Radio Mobile.....	102
4.6.	Pruebas tensión y corriente	107
4.7.	Análisis de parámetros tensión (V) y corriente (A).	107

4.8. Análisis de parámetros de Potencia y energía	109
CONCLUSIONES	113
RECOMENDACIONES.....	114
BIBLIOGRAFÍA	115
ANEXOS	117

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Estadística mensual conflictiva – Valle sagrado 2016	17
Tabla 2 Estadística mensual conflictiva – Valle sagrado 2017	17
Tabla 3 Estadística mensual conflictiva – Valle sagrado 2018	17
Tabla 4 Variables Independiente.	19
Tabla 5 Buble de corriente.....	28
Tabla 6 Medidores tipo efecto Hall.....	29
Tabla 7 WiMAX - Bandas y frecuencias	36
Tabla 8 Características de las redes LP WAN.....	37
Tabla 9 Comparación características de redes LPWAN.	37
Tabla 10 Tipos de comunicación LORA	38
Tabla 11 Frecuencias de trabajo según región geográfica	39
Tabla 12 Características LoraWAN.....	43
Tabla 13 Servidores de red LoRaWAN Servidores de red LoRaWAN	48
Tabla 14 Parámetros de red eléctrica monofásica según osciloscopio.	54
Tabla 15 Elección de materiales.	55
Tabla 16 Tipos de nodos terminales para LoraWAN.....	77
Tabla 17 Comparación de parámetros eléctricos de bombilla incandescente.	80
Tabla 18 Especificaciones Técnicas	81
Tabla 19 Tipos de Gateway LoRaWAN.....	83
Tabla 20 Características técnicas de los dispositivos de red.....	87
Tabla 21 Resultado de cobertura, error en la transmisión y RSSI	100
Tabla 22 Archivo de datos fuente frente a archivo de datos remoto	101
Tabla 23 Consolidado del RSSI y las pérdidas en cada enlace	106
Tabla 24 Pruebas de tensión (V) instrumento certificado e instrumento de telemedida.	108
Tabla 25 Pruebas de corriente (A).....	108

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	<i>Denuncias atendidas por empresas de distribución eléctrica</i>	16
Figura 2	<i>Error y corriente del medidor Ferragens</i>	23
Figura 3	<i>Error y corriente del medidor FUJI ELECTRIC</i>	23
Figura 4	<i>Error y corriente medidor Landis&Gir-Inepar</i>	24
Figura 5	<i>Error y corriente medidor Melsa</i>	24
Figura 6	<i>Error y corriente medidor ABB</i>	25
Figura 7	<i>Porcentaje de suministros con errores</i>	25
Figura 8	<i>Concepto general - sistema de teledatada</i>	26
Figura 9	<i>Buque de tensión</i>	27
Figura 10	<i>Bucle de corriente.</i>	27
Figura 11	<i>Diagrama de la resistencia tipo shunt</i>	28
Figura 12	<i>Medidor de bobina de Rogowski</i>	29
Figura 13	<i>Imagen referencial del sensor tipo transformador de corriente</i>	30
Figura 14	<i>Arquitectura ADE7953</i>	31
Figura 15	<i>Diagrama de conexión casos industriales.</i>	31
Figura 16	<i>Diagrama de bloques del sistema BL 0940</i>	32
Figura 17	<i>Imagen del BL0940 tamaño 56mmx53mm</i>	33
Figura 18	<i>Representación gráfica de la frecuencia mínima de muestreo</i>	34
Figura 19	<i>Espectro utilizado en la tecnología WiMAX</i>	35
Figura 20	<i>Tecnologías inalámbricas tasa de datos frente a alcance</i>	36
Figura 21	<i>Arquitectura de una red LORA</i>	39
Figura 22	<i>Diagrama de bloques de modulación LORA</i>	39
Figura 23	<i>LoRaWAN y su Espectrograma de trama</i>	41
Figura 24	<i>Data rate AU915 fuente: J. Pablo, 2020</i>	42
Figura 25	<i>Tasa de datos adaptativa Willian, Wong</i>	42
Figura 26	<i>Protocolo de comunicación LoRaWAN</i>	44
Figura 27	<i>Clases de nodos</i>	45
Figura 28	<i>Comparación de clase A, clase b y Clase C.</i>	46
Figura 29	<i>Seguridad LoRaWAN</i>	47
Figura 30	<i>Arquitectura de ChirpStack</i>	49
Figura 31	<i>Diagrama de bloques del sistema de teledatada</i>	53
Figura 32	<i>Diagrama de bloques del medidor monofásico con sistema de teledatada</i>	53

Figura 33	<i>Imagen de la pantalla de osciloscopio</i>	54
Figura 34	<i>Diagrama de circuito para diseño de sensores de corriente y voltaje</i>	58
Figura 35	<i>Diagrama del sensor para IN e IP mediante resistencia Shunt</i>	59
Figura 36	<i>Esquemático eléctrico de adquisición de datos</i>	60
Figura 37	<i>Configuración de la fuente de voltaje y resistencia de carga - acometida</i>	61
Figura 38	<i>Circuito de adquisición de datos del consumo de acometida</i>	61
Figura 39	<i>Simulación del circuito, etapa de consumo de energía</i>	62
Figura 40	<i>Simulación a la salida del circuito</i>	63
Figura 41	<i>Simulación de la resistencia de carga $R_L = 6.3\text{ohm}$ y la corriente que circula</i>	63
Figura 42	<i>Diagrama de red monofásica, acondicionamiento y IC BL 0940</i>	64
Figura 43	<i>Esquemático para el acondicionamiento de V_p</i>	65
Figura 44	<i>Esquemático del circuito de acondicionamiento de 220V a 70mV de VP</i>	66
Figura 45	<i>Esquemático del divisor de tensión</i>	66
Figura 46	<i>Simulación del circuito, entrada y salida del divisor de tensión</i>	67
Figura 47	<i>Simulación de circuito en la salida del divisor de tensión</i>	67
Figura 48	<i>Circuito eléctrico del sensor tensión - corriente en red monofásica</i>	68
Figura 49	<i>PBC del circuito eléctrico</i>	68
Figura 50	<i>Diseño del PBC en 3D tamaño proporcional placa y dispositivos electrónicos</i>	69
Figura 51	<i>Fotografía de la placa sensor de tensión corriente</i>	69
Figura 52	<i>Administrador STM 32 F103C8T6 ARM 32 BIT y los periféricos</i>	71
Figura 53	<i>Diagrama de flujo de la programación en el microcontrolador</i>	72
Figura 54	<i>Plataforma STM32 CUBE IDE</i>	74
Figura 55	<i>Arquitectura STM32F103C8T6 en proceso de simulación</i>	74
Figura 56	<i>Configuración del UART 1 para comunicación con el sensor</i>	75
Figura 57	<i>Configuración del LCD en la plataforma STM32</i>	76
Figura 58	<i>Configuración para la comunicación con la memoria SD</i>	76
Figura 59	<i>Módulo Nodo TTGO-TBEAM</i>	78
Figura 60	<i>Configuración del NODO TTGO-TBEAN</i>	79
Figura 61	<i>Integración del hardware</i>	79
Figura 62	<i>Ensamblaje del instrumento de medición</i>	80
Figura 63	<i>Ensamblaje del equipo de medición</i>	81
Figura 64	<i>Escenario para el diseño de red LoRaWAN</i>	82
Figura 65	<i>Imagen del GateWay Dragino LG02 de 2 canales</i>	84

Figura 66	<i>Configuración del GateWay Dragino LG02 de 2 canales</i>	85
Figura 67	<i>Configuración MQTT en Dragino LG02</i>	85
Figura 68	<i>Configuración canal MQTT</i>	86
Figura 69	<i>Recepción de paquetes LoRa en el Gateway Dragino</i>	87
Figura 70	<i>Verificación de mensajes en el bróker MQTT</i>	87
Figura 71	<i>Acceso al proveedor de servicios DigitalOcean</i>	92
Figura 72	<i>Acceso al proveedor de servicios DigitalOcean</i>	92
Figura 73	<i>Panel de control de terminal de Windows Power Shell</i>	93
Figura 74	<i>Acceso y Características del servidor</i>	93
Figura 75	<i>Código fuente del servidor ChirpStackCódigo</i>	94
Figura 76	<i>Estado actual del servidor y esperando nuevos eventos</i>	94
Figura 77	<i>Plataforma “Supabase”</i>	95
Figura 78	<i>Presentación en modo escritorio</i>	95
Figura 79	<i>Configuración entorno virtual - voltaje</i>	96
Figura 80	<i>Configuración entorno virtual - corriente</i>	96
Figura 81	<i>Configuración entorno virtual - potencia</i>	97
Figura 82	<i>Configuración entorno virtual - energía</i>	97
Figura 83	<i>Configuración entorno virtual - RSSI</i>	98
Figura 84	<i>Panel virtual y menú de opciones</i>	98
Figura 85	<i>Aplicación de Supabase</i>	99
Figura 86	<i>Posición de los 5 nodos y GateWAY</i>	100
Figura 88	<i>Simulación Radio Mobile: Gateway con Nodo 2</i>	104
Figura 89	<i>Simulación Radio Mobile: Gateway con Nodo 3</i>	104
Figura 89	<i>Simulación Radio Mobile: Gateway con Nodo 4</i>	105
Figura 90	<i>Simulación Radio Mobile: Gateway con Nodo 5</i>	106
Figura 91	<i>Pruebas de tensión y corriente con el equipo certificado</i>	107
Figura 92	<i>Niveles de corriente equipo de Telemedida</i>	109
Figura 93	<i>Prueba práctica de energía de 5 bombillas de 100 W en un periodo de 2 horas</i>	110
Figura 94	<i>En la imagen se observa el incremento de la energía</i>	111
Figura 95	<i>En la imagen se observa el incremento de la energía despues de 2 horas</i>	111

RESUMEN

El presente trabajo tiene por objetivo presentar un prototipo de sistema de telemedida, el cual deberá ser capaz de medir los parámetros de energía eléctrica en los domicilios, asimismo, deberá ser capaz de enviar información a un servidor web para luego ser visualizado en una estación remota, de manera que, se pueda verificar los parámetros de energía eléctrica en tiempo real. Este prototipo propone una solución diferente de recolección de información en acometidas y también nos da a conocer la calidad de energía que se brinda.

El desarrollo de esta tesis contempla un sistema de adquisición de datos, seguida de un sistema de telecomunicación que se encarga de transmitir los datos desde el nodo hasta la estación remota mediante la tecnología LoRaWAN.

El trabajo inicia con la elección del circuito integrado IC BL 0940. Este IC es un contador de energía, dicho IC es perfectamente para usos en diseños a nivel monofásico, trifásicos y multifuncional, tomacorrientes inteligentes, electrónica de consumo a nivel inteligente y otras aplicaciones con buen rendimiento y bajo costo; lo que nos permite realizar la etapa de adquisición de datos.

Como segunda etapa se ha diseñado un sistema de telecomunicaciones usando el protocolo LoRaWan que tiene como ventaja la inmunidad multicanal, por consiguiente, aumenta la resistencia a las interferencias y reduce el consumo de energía, lo que viene a ser idóneo para el objetivo del presente proyecto.

Finalmente, para la visualización de datos se utilizó un servidor de red que es capaz de mostrar la información generada por los nodos, asimismo, mediante un usuario y contraseña nos permite acceder a toda la información desde una estación remota.

Palabras claves:

LoraWAN, telemedida, internet de las cosas, protocolo de comunicación.

ABSTRACT

The objective of this work is to present a prototype of a telemetry system, which must be capable of measuring the parameters of electrical energy in homes, and must also be able to send information to a web server to then be viewed at a remote station so that the electrical energy parameters can be managed in real time. This prototype is an efficient solution for collecting information on connections and also lets us know the quality of energy provided.

The development of this thesis contemplates a data acquisition system, followed by a telecommunications system that is responsible for transmitting the data from the node to the remote station using LoRaWAN technology.

The work begins with the choice of the integrated circuit IC BL 0940, this IC is an energy meter, said IC is perfectly for use in single-phase, three-phase and multifunctional designs, smart outlets, smart-level consumer electronics and other applications with good performance and low cost; which allows us to carry out the data acquisition stage.

As a second stage, a telecommunications system has been designed using the LoRaWan protocol, which has the advantage of multichannel immunity, consequently, increasing resistance to interference and reducing energy consumption, which is perfect for this objective.

Finally, to display the data, a network server was used that is capable of managing the information generated by the nodes. Likewise, through a username and password it allows us to access all the information from a remote station.

INTRODUCCIÓN

En un mundo cada vez más interconectado y tecnológicamente avanzado, el papel de la tecnología en los dispositivos de uso cotidiano se ha vuelto un tema central de discusión. La rápida evolución de la tecnología plantea preguntas cruciales sobre la ética y la responsabilidad en el uso de sistemas automatizados. En este trabajo, desarrollaremos como los diferentes dispositivos electrónicos mediante un sistema pueden ayudarnos en la adquisición de datos del consumo de energía eléctrica en domicilios, este método de recolección de datos propone automatizar la técnica convencional en favor de las empresas de distribución de energía eléctrica.

La construcción del presente prototipo es de bajo costo lo que facilita su implementación en una sociedad de clase media a baja económicamente, asimismo nos entrega resultados que pueden ser evaluados frente a equipos convencionales que son utilizados por las empresas de distribución de energía eléctrica.

En la actualidad se habla de equipos de teled medida con diferentes métodos y diversas tecnologías, lo que claramente no se ha podido masificar muy probablemente a su elevado costo. En este proyecto les presentamos el IC BL0940, este circuito integrado es un medidor de energía eléctrica ya que administra dos sensores de alta precisión el cual son el sensor de voltaje y sensor de corriente, por otro lado, tiene un tamaño milimétrico y su construcción en placa es modular lo que hace eficiente para proyectos de teled medida e IoT. (Gazis, 2015).

La información que es captada por este medidor de energía eléctrica es enviada mediante el protocolo LoRaWAN a un servidor para tener acceso remoto mediante un usuario y contraseña. (Mikhay & Lovand, 2012)

CAPITULO I: GENERALIDADES

1.1 Descripción del problema

Descripción 1

La incorporación de nuevas tecnologías ha generado incertidumbre debido a la desconfianza en su éxito, la cual disminuye a medida que se profundiza en los detalles de estas innovaciones. Este conocimiento detallado fue fundamental para tomar decisiones logren conducir al desarrollo óptimo de la empresa. Ignorar la necesidad de avanzar tecnológicamente para mantenerse competitivo en el mercado no es una opción viable. En entornos regulados, el propio sistema acaba generando la demanda de mejoras tecnológicas tarde o temprano. A nivel global, la fase de dudas en la adopción de nuevas tecnologías ha sido superada gracias a la comprensión del desarrollo sostenible y su impacto en el crecimiento de los países. En este contexto, las redes inteligentes se han implementado con éxito en ciudades piloto, demostrando resultados positivos en la mayoría de ellas. Esta implementación ha dado lugar a la aparición del concepto de ciudades inteligentes, las cuales abordaron desafíos urbanos con el objetivo de mejorar la calidad de vida de la sociedad mediante la optimización de la gestión de recursos y la promoción de la sostenibilidad. (Vásquez, 2017)

Descripción 2

Con el constante crecimiento de la ciudad del Cusco, la empresa encargada de proporcionar servicios de energía eléctrica se enfrentó a la necesidad de expandir sus servicios tanto en el sector urbano como en el sector rural, impulsada por el aumento de la población. Esta expansión, sin embargo, planteó desafíos significativos en el control del consumo de energía eléctrica, especialmente debido al considerable aumento de nuevos abonados.

La solución actual a este problema ha implicado la recolección manual de datos, llevada a cabo por los empleados de la empresa de distribución eléctrica, quienes realizaron la lectura de medidores en cada uno de los domicilios. Sin embargo, este enfoque presentó deficiencias sustanciales que no abordaron eficazmente la problemática en cuestión. Entre las dificultades asociadas con la recolección manual de datos del consumo de energía eléctrica se encontraron los siguientes problemas:

- Registro erróneo de lectura de medidor debido a fallas humanas.
- No se registraron lecturas de medidores cuando los residentes están ausentes en sus domicilios.
- Ausencia de registro de lecturas de medidores en zonas rurales debido a las dificultades de acceso que enfrenta el personal de la empresa de distribución de energía eléctrica.

Con el fin de superar estos desafíos y mejorar la eficiencia en la gestión del consumo de energía eléctrica, fue imperativo explorar soluciones tecnológicas que permitan una recopilación de datos más precisa y automatizada. Este enfoque no solo mitigaría los errores humanos, sino que también ha abordado las limitaciones asociadas con la presencia física en los hogares y el acceso a áreas rurales de difícil alcance.

Documentos que sustentaron y evidenciaron el problema que genera la medición del consumo de energía eléctrica de manera manual:

- “MEMORIA INSTITUCIONAL OSINERGMIN 2018. PERIODO 2012-2018 OSINERGMIN.”
- “*MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD EN LA DISTRIBUCIÓN DEL SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA.*”

Se reportó una mejora de la calidad en la distribución del servicio y la seguridad de las instalaciones domiciliarias, se obtuvo como resultados el 100% de atención a denuncias con una atención proactiva a todas las actividades de supervisión.

Durante el período comprendido entre 2012 y 2018, se registraron un total de 81,271 denuncias relacionadas con deficiencias en las instalaciones eléctricas de las empresas distribuidoras de electricidad. (Ministerio de Energía y Minas, 2014).

Es importante resaltar que todas estas denuncias fueron abordadas de acuerdo con los plazos establecidos por los organismos supervisores, en particular por Osinergmin. En este contexto, se fomentó activamente la asimilación y adopción de mejores prácticas en estas empresas, con el objetivo de identificar deficiencias de manera más efectiva y llevar a cabo acciones correctivas de forma inmediata. (Osinergmin, 2018).

Figura 1

Denuncias atendidas por empresas de distribución eléctrica y cantidad de denuncias



En el informe anual de 2018 de Osinergmin, se evidenció un total de 81,271 denuncias durante el periodo de 2012 a 2018. Estas denuncias estaban relacionadas con la baja calidad del suministro eléctrico, donde se identifica claramente que la lectura manual de medidores es un factor determinante directo.

Descripción 3

ESTADÍSTICAS DE LOS SUMINISTROS EN ESTADO CONFLICTIVO EN EL VALLE SAGRADO – PROCESO DE TOMA DE ESTADO/LECTURAS (HERRERA CASTILLA, 2021).

Se llama suministro conflictivo cuando no ofrece las condiciones mínimas y necesarias para la recolección de datos, podemos decir, se encuentra como: medidor dañado, (MD), ilegible (IL), domicilio de usuario cerrado (DC), domicilio de usuario inaccesible (INA), no enciende la pantalla del display (ND), etc.

El procedimiento de toma de lectura es de forma manual, es decir:

- La toma de lecturas, es decir, la recolección de datos, se registraba manualmente en el documento denominado padrón de lecturas, acompañado en algunos casos por fotografías.

- La recopilación de datos se lleva a cabo de manera manual.
- La información no estaba actualizada ni disponible en línea, lo que dificultaba la toma de decisiones ante cortes u otros eventos.
- La introducción manual de datos resulta en porcentajes elevados de errores en la información de consumo, lo que afecta la precisión y confiabilidad de los datos.

Tabla 1
Estadística mensual conflictiva – Valle sagrado 2016

ESTADISTICA MENSUAL CONFLICTIVOS - VALLE SAGRADO												
AÑO 2016	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
IL	10	12	14	13	15	15	16	10	14	13	12	11
CM	15	12	14	13	15	13	10	11	13	11	9	8
DC	19	15	19	20	24	23	24	20	18	22	24	21
INA	32	31	34	35	29	23	23	29	31	30	26	22
MD	45	40	39	41	42	40	28	35	38	31	30	29
ND	119	125	102	120	105	120	119	135	120	127	102	109
NE	61	69	38	45	49	103	99	102	89	125	119	121
RI	21	18	15	12	17	14	13	21	20	19	18	22
SM	21	18	14	16	12	17	19	13	12	14	12	12
LE	45	40	43	42	35	39	33	39	45	40	42	38
N U	14	12	14	13	12	10	14	12	14	9	15	13
TOTAL	402	392	346	370	355	417	398	427	414	441	409	406

Tabla 2
Estadística mensual conflictiva – Valle sagrado 2017

ESTADISTICA MENSUAL CONFLICTIVOS - VALLE SAGRADO												
AÑO 2017	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
IL	13	12	14	16	9	12	11	10	7	12	13	14
CM	14	16	18	8	7	6	12	15	12	10	12	15
DC	21	22	20	18	21	26	19	17	18	15	21	20
INA	31	29	30	33	45	40	28	32	28	25	21	33
MD	34	30	35	40	35	33	38	41	40	35	44	35
ND	124	110	109	115	90	131	120	109	129	135	141	120
NE	35	67	36	83	67	96	85	67	80	101	121	99
RI	15	15	14	16	9	13	15	10	8	11	9	12
SM	13	15	13	16	10	12	16	13	14	16	17	9
LE	30	31	35	42	45	50	40	35	37	42	38	42
N U	12	10	9	12	14	13	16	10	9	8	10	12
TOTAL	342	357	333	399	352	432	400	359	382	410	447	411

Tabla 3
Estadística mensual conflictiva – Valle sagrado 2018

ESTADISTICA MENSUAL CONFLICTIVOS - VALLE SAGRADO												
AÑO 2018												
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
IL	12	11	10	9	13	12	8	7	8	6	4	5
CM	10	9	11	10	12	9	8	7	9	10	8	0
DC	18	19	21	29	20	12	14	12	11	9	6	0
INA	28	29	32	35	30	29	25	20	18	12	11	14
MD	30	29	32	38	30	38	29	20	10	9	8	2
ND	121	130	133	112	101	89	80	72	65	36	39	27
NE	39	45	30	62	32	33	28	29	30	19	18	22
RI	12	13	9	8	10	9	8	9	9	11	9	11
SM	10	9	8	13	14	10	11	9	8	7	10	12
LE	29	28	32	35	26	24	22	25	28	30	29	30
N U	9	8	10	7	8	7	6	4	7	8	9	5
TOTAL	318	330	328	358	296	272	239	214	203	157	151	128

1.2 Formulación del problema

La lectura manual del consumo de energía eléctrica, en los medidores de la empresa ELECTRO SUR ESTE SAA, ha provocado errores de registro que devienen en facturación conflictiva.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Diseñar y construir un sistema electrónico de registro de lectura de consumo de energía eléctrica en usuarios menores con comunicación a una estación remota.

1.3.2 Objetivos específicos

- ✓ Diseñar el sistema de instrumentación electrónica que incluya la adquisición y procesamiento de datos.
- ✓ Diseñar el sistema de comunicación inalámbrico entre el sistema de instrumentación electrónica y el sistema remoto de registro de datos.
- ✓ Visualizar remotamente el registro a distancia del consumo de energía eléctrica.
- ✓ Validar el funcionamiento del prototipo electrónico.

1.4 Justificación del estudio

Se justifica la implementación de la toma automática de registros energéticos, con el objetivo de reducir los errores de digitación y eliminar la necesidad de completar el padrón de lecturas. Este enfoque se respalda en la necesidad de garantizar la exactitud en el registro de lecturas, evitando errores en la facturación de recibos y mitigando refacturaciones que, según las regulaciones de Osinergmin, resultan penalizadas en el proceso mensual de valorización del sistema comercial de ELECTRO SUR ESTE S.A.A. Conforme al artículo 64-A del

Reglamento de la "Ley de Concesiones Eléctricas", aprobado mediante el Decreto Supremo N° 009-93 - EM, y su modificación, el Decreto Supremo N°018-2016-EM, las empresas de distribución eléctrica están obligadas a recopilar mensualmente las lecturas de consumo de energía eléctrica de todos los usuarios que atiende la empresa distribuidora. Basándose en estos datos, la empresa debe emitir la factura mensual correspondiente. Además, se faculta a la Dirección de Osinergmin para emitir disposiciones y normativas complementarias a lo establecido en la ley. (OSINERG, 2004).

1.5 Alcances

El enfoque de este proyecto se centró en la creación y prueba de un prototipo, que será evaluado en un entorno de laboratorio utilizando las capacidades de las redes inteligentes mediante la telemetría. La meta es implementar la tecnología de las telecomunicaciones ya existente, con el propósito de permitir a las empresas distribuidoras de energía eléctrica optimizar el servicio de distribución en la comunidad.

1.6 Variables e indicador

Variable

Tabla 4

Variables Independiente

Variable	Unidad de Medida	Símbolo
Voltaje	Voltio	V
Corriente	Amperio	A

Variables dependiente

Energía (W)

Indicador

Probabilidad de error en la transmisión

1.7 Metodología

1.7.1 Técnicas e instrumentos de recolección de información

- ✓ Se consultó información de revistas indexadas como IEEE y otros.
- ✓ Se consultaron manuales e información de los módulos de IoT.
- ✓ Se consultaron manuales y datasheet de los módulos de comunicación inalámbrica.
- ✓ Se consultaron manuales y datasheet de los sensores de corriente y voltaje.
- ✓ Obtención de resultados producto de la implementación del prototipo de medidor

inteligente en abonados.

- ✓ Conocer el funcionamiento de medidores de energía eléctrica, mediante bibliografía y artículos existentes.
- ✓ Conocer los mecanismos de funcionamiento de Internet de las cosas (IoT), mediante bibliografía, artículos existentes e internet. (IEEE, 2001).

1.7.2 Actividades del trabajo

Fase I: Diseño de sistema de instrumentación

- Diseño y selección del controlador
- Instrumentación del sistema
- Modelo de interfaz
- Listado de instrumentos y equipo necesario.

Fase II: Diseño de sistema de comunicación inalámbrico

- Levantamiento de información. – conocer tipos de tecnologías para comunicación inalámbrica.
- Selección de tecnología. – WiFi, infrarrojo, LoRaWAN, etc.
- Diseño. – diseño de los enlaces.
- Listado de instrumentos y equipo necesario.

Fase III: Implementación del prototipo electrónico

- Selección de medios físicos, materiales, herramientas, equipos, etc.
- Diseño de placas electrónicas
- Elaboración de placas electrónicas
- Programación del prototipo
- Lógica de comunicación.

Fase IV: Validación de funcionamiento del prototipo

- Pruebas del módulo de telemedida.

- Validación de datos en tensión y corriente.
- Análisis de resultados y/o parámetros
- Redacción del informe de tesis

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

2.1.Fundamento teórico

En este capítulo, nos adentraremos en la base de conocimientos y teorías existentes que respaldaron y dieron sentido al trabajo realizado. Este proyecto se sustentó en la base teórica de sistemas de adquisición de datos, sistemas de telecomunicaciones inalámbricas, teoría sobre servidores de red y la tecnología necesaria para su implementación.

2.2.La acometida

La acometida se sitúa entre la distribución secundaria y las conexiones internas domiciliarias, según lo establecido en el RD N° 080-78-EM/DGE, normativa de conexiones para el suministro de energía eléctrica hasta 10 kW en una conexión. En consecuencia, la acometida puede entenderse como la conexión que va desde la red secundaria hasta el domicilio, con un límite máximo de 10 kW de energía. Existen diversas modalidades de acometidas, entre las que se incluyen las áreas, subterráneas y aéreo-subterráneas. Además, se han identificado tipos de conexiones que pueden ser simples, dobles o con derivación.

2.3.Medidores eléctricos

También llamado contador de consumo eléctrico, este equipo está diseñado para cuantificar el consumo de la energía consumida por un usuario en un periodo de tiempo establecido que usualmente es 30 días o un mes.

La ley de concesiones eléctricas en su artículo 163 del reglamento de, la entidad o empresa se encarga de distribuir también es la encargada de la instalación y su mantenimiento del medidor o contador de energía consumida; mientras que, el usuario está obligado al pago del importe del costo del medidor mensualmente por el periodo de la vida útil del medidor, esta es aproximadamente 30 años.

2.4. Comportamiento de los principales medidores en el mercado

En el mercado existen diferentes marcas y modelos de contadores de energía eléctrica, sin embargo, debo mencionar que se realizó estudios a nivel de tesis de grado sobre la precisión de los medidores. (Ecoserveis, 2013).

Plasencia, 2013 en su trabajo de tesos ‘CALIDAD DE PRECISIÓN EN MEDIDORES ELECTROMECAÑICOS: CASO ELECTRONORESTE S.A.’ en los

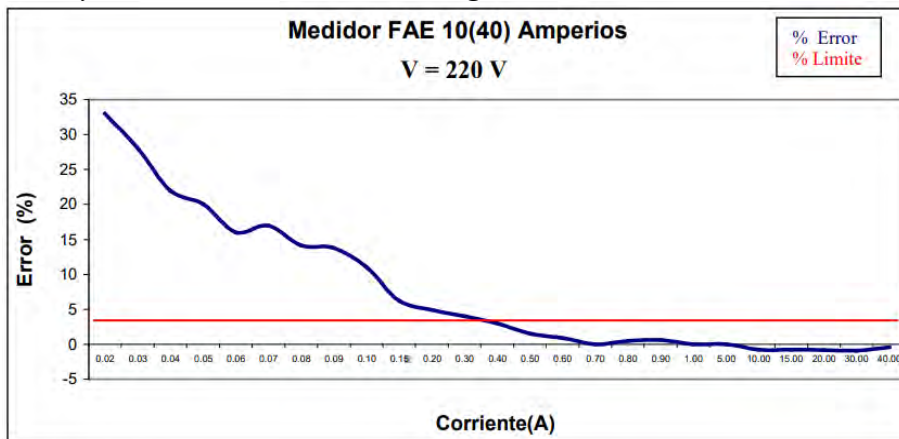
medidores electromecánicos los factores que influyen en error del son: la tensión (V), la corriente (I).

Se realizaron pruebas a 05 tipos de medidores comerciales aquí mostramos la marca y el modelo de cada uno de los medidores electromecánicos de diferente capacidad, fecha de fabricación y marca, se indica a continuación:

- a. MEDIDOR TIPO ELECTROMECAÁNICO DE FERRAGENS (FAE) modelo: MF -79

Figura 2

Error y corriente del medidor Ferragens

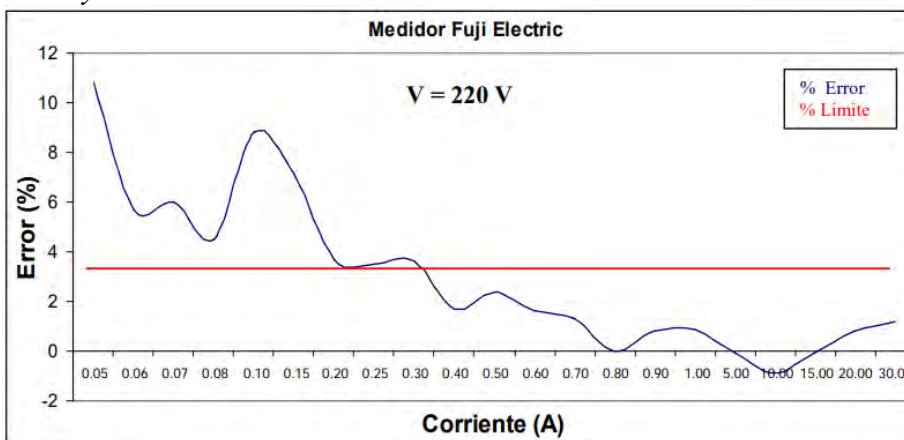


En la gráfica se puede observar que este medidor presenta error a baja corriente, y alcanza un error al llegar a 0.3 A.

- b. MEDIDOR ELECTROMECAANICO FUJI ELECTRIC MODELO: FA 33

Figura 3

Error y corriente del medidor FUJI ELECTRIC

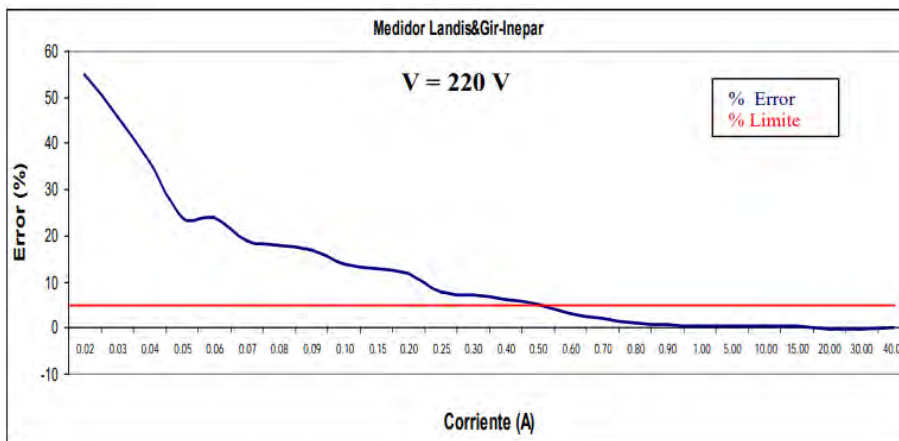


En la gráfica se puede observar que este medidor presenta error a baja corriente, y alcanza el error al llegar a 0.3 amperios.

c. MEDIDOR ELECTROMECHANICO LANDIS&GIR-INEPAR, MODELO: lgi21-u

Figura 4

Error y corriente medidor Landis&Gir-Inepar

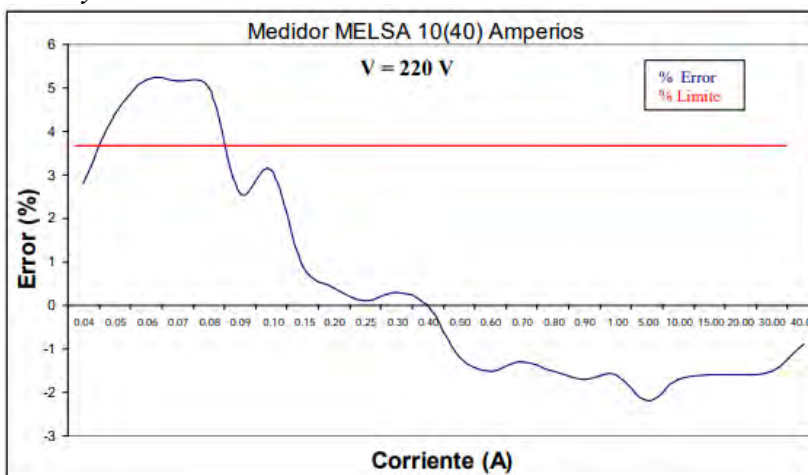


En la gráfica se puede observar que este medidor presenta error a baja corriente, y alcanza el error al llegar a 0.5 A.

d. MEDIDOR ELECTROMECHANICO MELSA, MODELO: DEY4

Figura 5

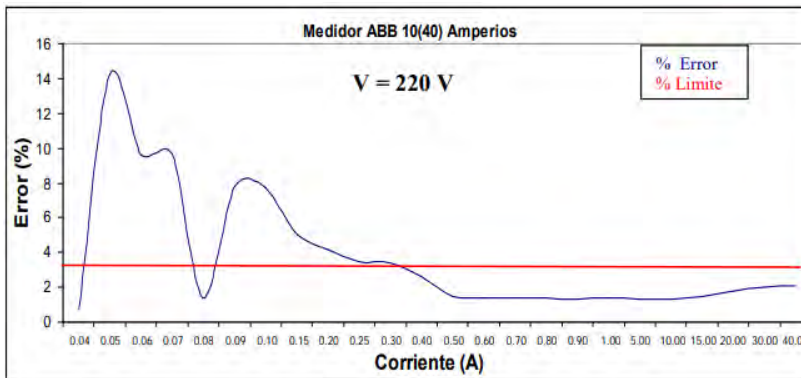
Error y corriente medidor Melsa



En la gráfica se puede observar que este medidor presenta error a corriente entre 0.04 y 0.08 amperios alcanzando un error en 0.8 A.

e. MEDIDOR ELECTROMECHANICO ABB, MODELO: n4s5h

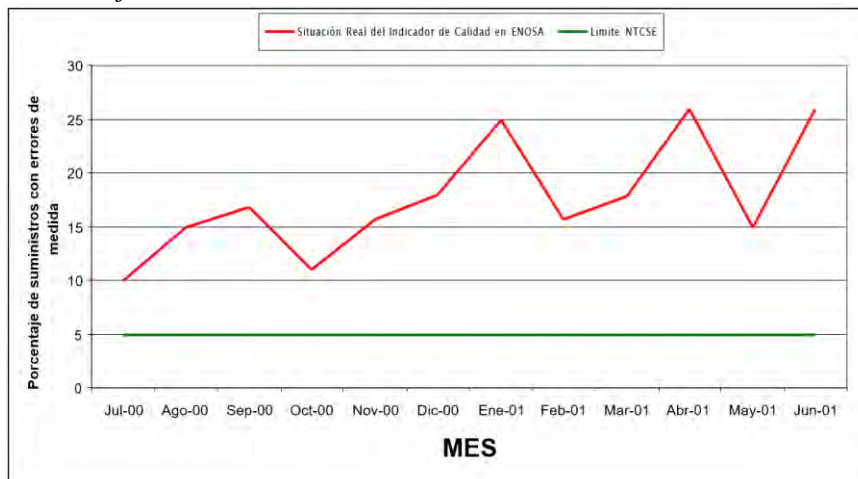
Figura 6
Error y corriente medidor ABB



En la gráfica se puede observar que este medidor presenta error a baja corriente, y alcanza un error aceptable a 0.3 A.

Placencia (2013), Problemática que se encontró en dicho análisis, en la imagen se observa cómo se comporta el indicador de la gráfica de la cual se está evaluando la **precisión del contador de energía eléctrica facturada** durante el periodo de julio 2010 y Junio 2011. Podemos observar que, los resultados que se han obtenido están por encima del 5% que es lo que establece la normativa vigente.

Figura 7
Porcentaje de suministros con errores

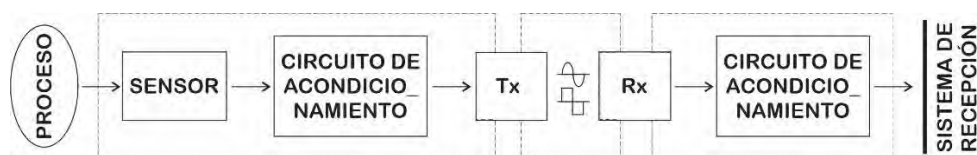


2.5. Telemedida

Telemedida es el contador fiscal que consiste en medir a distancia parámetros eléctricos, todos los parámetros son leídos, registrados y analizados por un software, lo cual nos permite monitorizar los parámetros que registra el contador.

Pérez, Álvarez, Campo, Ferrero, Grillo (2007) el concepto de telemedida aún es bastante general y no es restringida solamente a la medición de una variable y su tratamiento para ser enviado a un equipo receptor, muy por el contrario, tenemos los sistemas multivariables de uso frecuente que van a requerir varios tipos de multiplexado de señales, asimismo se tendrá la presencia de módulos inteligentes en los extremos del enlace de transmisión.

Figura 8
Concepto general - sistema de telemedida



Contador fiscal.

Es el contador que emplea la compañía eléctrica para medir los parámetros de consumo con los que se genera las facturas cada mes.

Telemedida analógica

Esta refiere a que, el proceso de telemedida en todas sus fases, desde la lectura de los parámetros hasta la llegada al sistema que recibe la información son analógicas.

Telemedida digital

Esta refiere a que, el proceso de telemedida en la etapa que se recibe la señal esta es convertida a señal digital para ser transportada gracias a al beneficio que las señales digitales son mucho más inmunes a las perturbaciones que las señales analógicas.

Bucle de tensión

Este término está directamente relacionado a la distancia del cable de cobre que pueda tener entre el circuito de tratamiento al equipo que la procesará ya que todo conductor de cobre ofrece una impedancia y es directamente proporcional a la longitud del mismo.

Figura 9
Buque de tensión



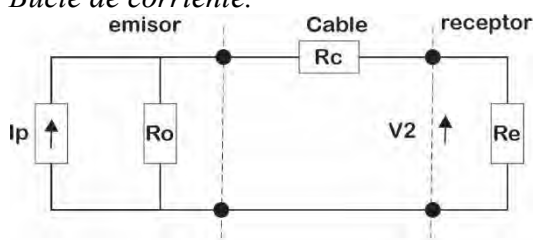
Pérez, Álvarez, Campo, Ferrero, Grillo (2007) Para distancias cortas o conexiones de tarjetas dentro de un mismo dispositivo, se ha utilizado con éxito este método de envío de información utilizando como medio de transmisión un cable de cobre con una señal de voltaje y que se denomina bucle de tensión, así tenemos los siguientes bucles de tensión:

- a) 0 a +5 V.
- b) -5 a +5 V.
- c) 0 a +10 V.
- d) -10 a +10 V.
- e) 0 a +24 V.
- f) -2.5 a +2.5 V.

Bucle de corriente

Es la otra manera de enviar información mediante el uso del cable de cobre, se envía mediante una señal de corriente asignando a cada valor de información un nivel de corriente comprendido entre dos valores extremos ya determinados.

Figura 10
Bucle de corriente.



Similarmente como en bucles de tensión, aquí se tiene valores estándares para bucles de corriente que se indican mediante los valores extremos inferior a superior de la variable a ser transmitida.

- a) -8 a 12 mA.
- b) 0 a 20 mA.
- c) 4 a 20 mA.

Usualmente se utiliza impedancias de bajo valor como 250 ohm ó 500 ohm, sobre los que se producen bucles de corriente y su equivalente nivel de tensión:

Tabla 5
Bucle de corriente

Bucle de corriente	Re	Nivel de tensión
0 / 20 mA	250 Ohm	0 / 5 V
	500 Ohm	0 / 10 V
4 / 20 mA	250 Ohm	1 / 5 V
	500 Ohm	1 / 10 V

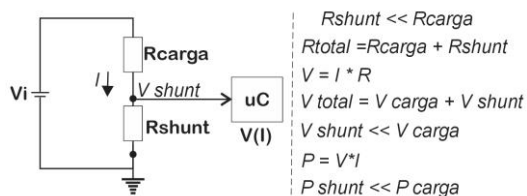
2.6. Métodos para medir corrientes AC y CD

a. Mediante resistencia Shunt

Son resistencias convencionales, y se utilizan para la medición de corriente en forma directa, vale decir que si tenemos una tensión en sus extremos se puede calcular la corriente que circula mediante ley de Ohm, siendo su principal ventaja, es que nos permite medir la corriente en un circuito sin afectar significativamente el funcionamiento del mismo y resistencias ofrecen una alta conductividad que viene a ser útil para muchas aplicaciones donde se requiera precisión y fiabilidad.

Figura 11


Diagrama de la resistencia tipo shunt



b. Mediante efecto Hall

Consiste en medir los campos magnéticos por inducción de la corriente que circula por la línea de a carga que se va a medir, en el mercado se puede encontrar en diferentes capacidades como son: ACS712-05A, ACS712-20A o el ACS712-30^a, cada uno de estos modelos son para rangos de 5, 20 y 30 amperios respectivamente.

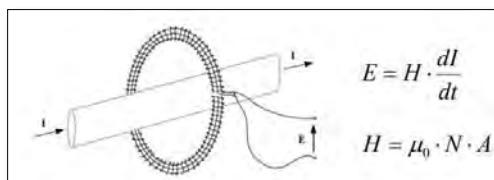
Tabla 6
Medidores tipo efecto Hall

Modelo	Rango	Sensibilidad	Plataforma (referencial)
ACS712ELCTR			
05B-T	-5 a 5 A	185 mV/A	
20A-T	-20 a 20 A	100 mV/A	
30A-T	-30 a 30 A	66 mV/A	

c. Mediante bobinas de Rogowski

Este método se basa en la bobina de Rogowski, la cual es un embobinado de toda el área transversal constante esta es construida sobre un material magnético. Si la bobina Rogowski forma un circuito cerrado en torno a la corriente a ser medida, esto indica que la tensión inducida E teóricamente es independiente a su forma.

Figura 12
Medidor de bobina de Rogowski



E es la tensión inducida
 H es la sensibilidad de la bobina (Vs/A)
 μ_0 es la permeabilidad magnética del núcleo
 N es el número de vueltas
 A es el área de una vuelta (m^2)

Usualmente es usado para medir corrientes del orden de kilo amperios a cientos de kiloamperios.

d. Mediante transformadores de corriente

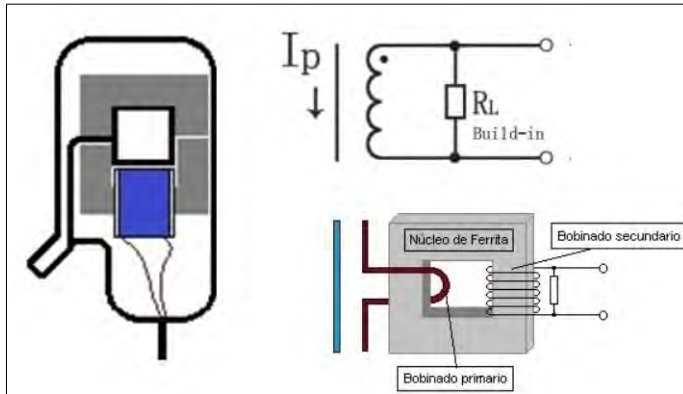
Estos sensores trabajan como transformadores de corriente (I) que circula por el conductor que deseamos medir, esta actúa como si esta fuera el devanado primario, así mismo, estos sensores internamente estos dispositivos cuentan con un devanado secundario de 2000 espiras según el modelo.

La cantidad de espiras viene a ser la relación entre la corriente que circula por el conductor y la que sensor nos va a entrega, esta proporción es la que diferencia

entre otros modelos de estos sensores SCT-013, suelen llevar una resistencia de carga a la salida de esa forma en lugar del parámetro corriente se trabaja con el parámetro voltaje a la salida.

Figura 13

Imagen referencial del sensor tipo transformador de corriente



2.7. Circuitos integrados (ICs) de medición de energía

Las soluciones de medición de energía hoy en día abordan grandes desafíos en la arquitectura para medidores inteligentes, estos circuitos vienen tomando importancia para los contadores de energía ya que pueden medir energía activa (kWh), energía aparente (kVA), energía reactiva (kVAR), rms y calidad de energía con la más alta precisión en contadores monofásicos, trifásicos, instrumentación para mediciones a nivel industriales y Aplicaciones para monitoreo de parámetros de energía. Estos circuitos integrados de medición cuentan con convertidores análogos – digitales, procesadores de señales digitales. (Escandon, 2015). En el mercado podemos encontrar una variedad de circuitos integrados de medición de energía, sin embargo, aquí les mostramos dos modelos:

2.7.1. Modelo ICs ADE9153

Es un circuito integrado creado por la empresa ANALOG DEVICES, tiene la finalidad de usada en aplicaciones de contadores de energía eléctrica de alta precisión, veamos los beneficios del dispositivo:

Auto calibración

- Calibración automática basada en una medición directa de la ruta de señal completa.
- Procedimiento de calibración que no requiere un medidor de referencia

Cuenta con 3 ADC de alto rendimiento

- 88dB SNR.
- Canal de corriente de alta ganancia: pico de $\pm 26,04$ mV, entrada de 18,4 mV rms en el ajuste de ganancia más alto

Conjunto de funciones de metrología avanzada

- WATT, VAR, VA, Wh, VARh y VAh
- Soporta estándares de energía activa: IEC 62053-21; CEI 62053-22; EN50470-3; OIML R46; y ANSI C12.20
- Soporta estándares de energía reactiva: IEC 62053-23 e IEC 62053-24
- Medida de corriente y tensión rms
- Mediciones de calidad de energía
- Temperatura de funcionamiento, rango industrial: -40 °C a $+85$ °C

Arquitectura ICs ADE9153

Figura 14

Arquitectura ADE7953

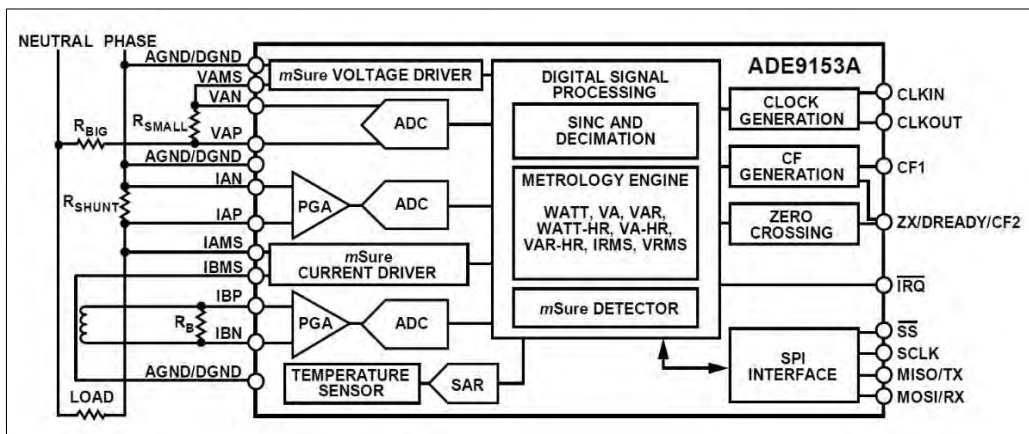
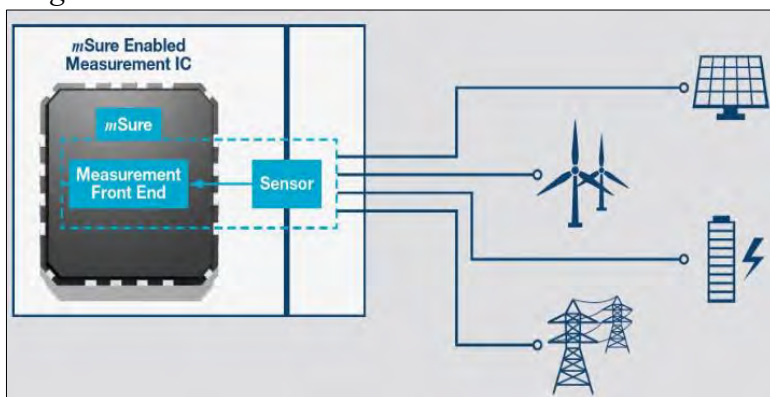


Figura 15

Diagrama de conexión casos industriales.



2.7.2. Modelo ICs BL 0940

BL0940 circuito integrado creado por la corporación Shanghai Belling Corp. Ltd. Este circuito es un reloj incorporado y un IC de contador de energía sin calibración, dicho

ICs es perfectamente para diseños de a nivel monofásico, trifásicos y multifuncional, tomacorrientes inteligentes, electrónica de consumo a nivel inteligente, baterías de carga de motocicletas eléctricas y otras aplicaciones con buen rendimiento y bajo costo. El ICs BL0940 cuenta con 2 ADC sigma-delta de alta precisión para mediciones de corriente y voltaje de manera simultánea, así mismo, es posible medir parámetros eléctricos como corriente I y voltaje RMS, energía activa, potencia activa, corriente RMS (protección contra sobre corriente) y detección de temperatura, salida de forma de onda, etc. Salida BL0940 datos a través de la interfaz UART o SPI. Beneficios del dispositivo.

- Cuenta CON 2 ADCs de alta precisión sigma-delta para medir tensión y corriente simultáneamente.
- Rango de corriente (10mA~35A) @ 1mohm.
- Rango de energía Activa (1w~7700w) @1mohm@220V.
- Medida de RMS Voltaje y Corriente, corriente rápida RMS, potencia Activa, energía Activa.
- Error de ganancia es menor al 1%, sin calibración cuando los componentes periféricos cumplen ciertas condiciones.
- El ICs admite la función de monitoreo de sobre corriente, umbral y el tiempo de respuesta.
- Registro de forma de onda incorporado para análisis de tipo de carga.
- Salida lógica en cruce por cero de tensión
- Supervisión de la fuente de alimentación, restablecimiento de IC cuando VDD es inferior a 2,7 V (típico)
- Cuenta Sensor de temperatura.
- Referencia de voltaje en chip de 1.218V
- Circuito oscilador de 4MHz en chip
- SPI ($\leq 900\text{KHz}$) / UART (4800bps)

Arquitectura BL 0940

Figura 16

Diagrama de bloques del sistema BL 0940

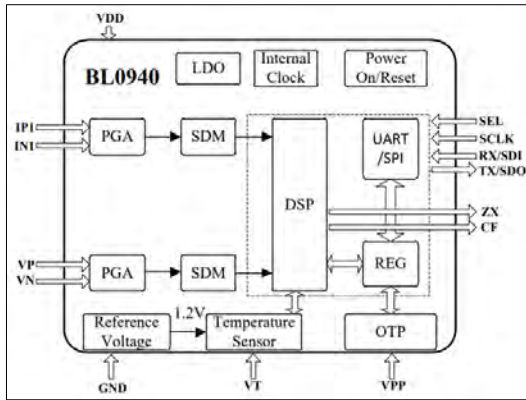
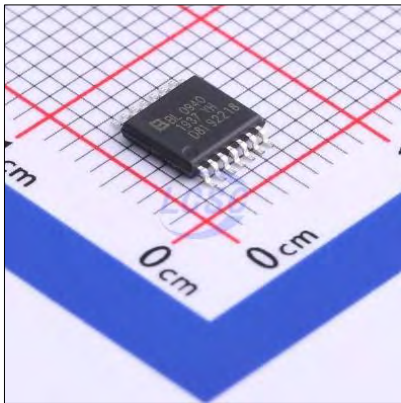


Figura 17
 Imagen del BL0940 tamaño 56mmx53mm



2.8. Muestro de Señales

Para analizar una señal, la técnica del muestreo es el primer paso para la convertirla de señal analógica a una señal digital, esto es debido a que las señales digitales cuentan con beneficios para ser estudiadas como la disminución del ruido y la facilidad del procesamiento (Cortés, Cano, & Chavez, 2008).

2.9. Teorema de Nyquist

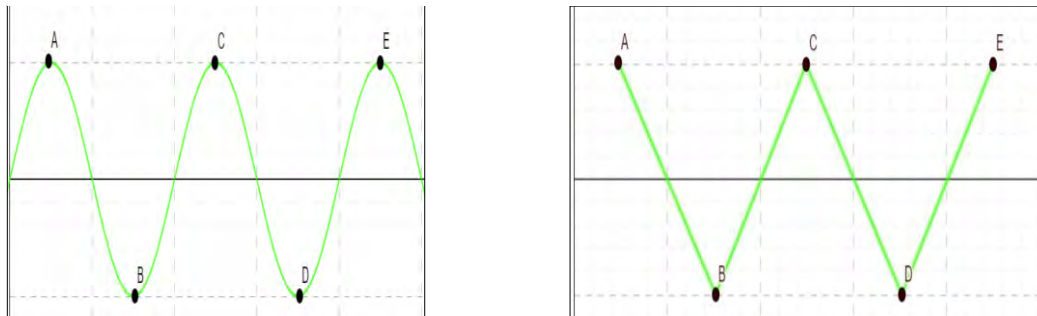
Este teorema es propuesto por Henry Nyquist y establece que, para tomar datos de una señal, la tasa mínima de muestreo debe ser el doble del ancho de banda, vale decir, dos veces la máxima frecuencia de la señal a ser tratada, veamos la siguiente relación (Landivar, 2008)

$$f_m = 2f_{\max}$$

la ecuación de Nyquist viene a ser una herramienta matemática utilizada en el análisis de sistemas de control y su estabilidad en el dominio de la frecuencia.

Figura 18

Representación gráfica de la frecuencia mínima de muestreo



Podemos observar en la figura, la frecuencia de la imagen a lado izquierda supondremos que es 60 Hz, por lo tanto, la frecuencia mínima (f_m) de muestreo deberá ser de 120 Hz, esto aplicando el teorema de Nyquist, de esta manera observamos la imagen del lado derecho en la cual nos indica el patrón de la señal que no es precisamente el mismo, sin embargo, muestra un comportamiento cíclico a la señal original lo que es importante y útil al momento de realizar análisis de una señal.

2.10. Introducción a tecnologías inalámbrica

Esta materia analiza principalmente los principios de propagación de señales en canales inalámbricos, los principales modelos matemáticos utilizados para observar su comportamiento en estándares de comunicación inalámbrica para la realización de aplicaciones específicas. Así mismo, las tecnologías inalámbricas también podemos llamarlas materia integradora, esto debido a que toma concepto de diversas materias como: matemática aplicada a las comunicaciones, análisis de señales y sistemas de comunicación, arquitectura de computador, circuitos eléctricos, circuitos electrónicos, fundamentos de redes y programación. Las tecnologías inalámbricas están sujetas a diferentes normas y estándares,

Norma 802.11

Esta norma define las características de una red de área local inalámbrica (WLAN), comercialmente llamado WI-FI (fidelidad inalámbrica) que hace referencia al nombre de la certificación otorgada por “WI-FI Alliance”, esta norma fue diseñada para regular tres

aspectos importantes de las comunicaciones inalámbricas; la frecuencia, velocidad y alcance que tiene la red local.

Norma 802.15

Esta norma ha sido diseñada para las comunicaciones inalámbricas de baja potencia y corto alcance, principalmente se enfocan en el desarrollo de estándares de redes tipo PAN o HAN (Human Área Networking). Utiliza la banda de los 60 GHz, esta norma trabaja a velocidades de transmisión de 15 Gbps a un metro (1m.) de distancia y línea de vista directa, 10 Gbps a dos (2m.) metros de distancia y 5 Gbps a cinco metros, en el mercado podemos encontrarlas de la siguiente manera.

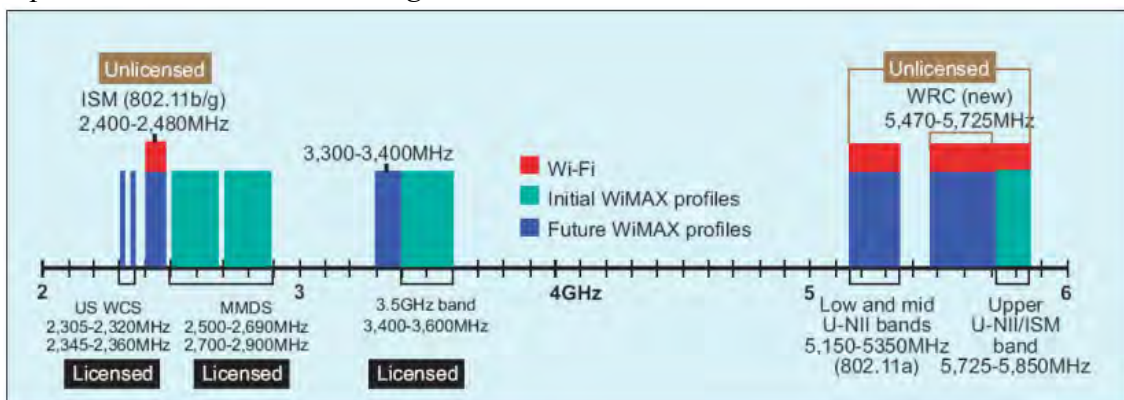
- Bluetooth
- HAN (Human Area Network)
- PAN (Personal Area Network)
- ZigBee

Norma 802.16

Esta norma ha sido desarrollado para conexiones Punto a Punto o Punto Multipunto estas configuraciones con bastante típicas en enlaces de microondas (IEEE 802.16d), en este estándar podemos resaltar un aspecto importante como su localización en el espectro de frecuencias. (Davoli, Belli, Cilfone, & Ferrari, 2018).

Figura 19

Espectro utilizado en la tecnología WiMAX



Como podemos observar de la figura, esta norma permite trabajar en diferentes frecuencias algunas de estas frecuencias requieren licencia y otras no requieren licencia, veamos el siguiente cuadro:

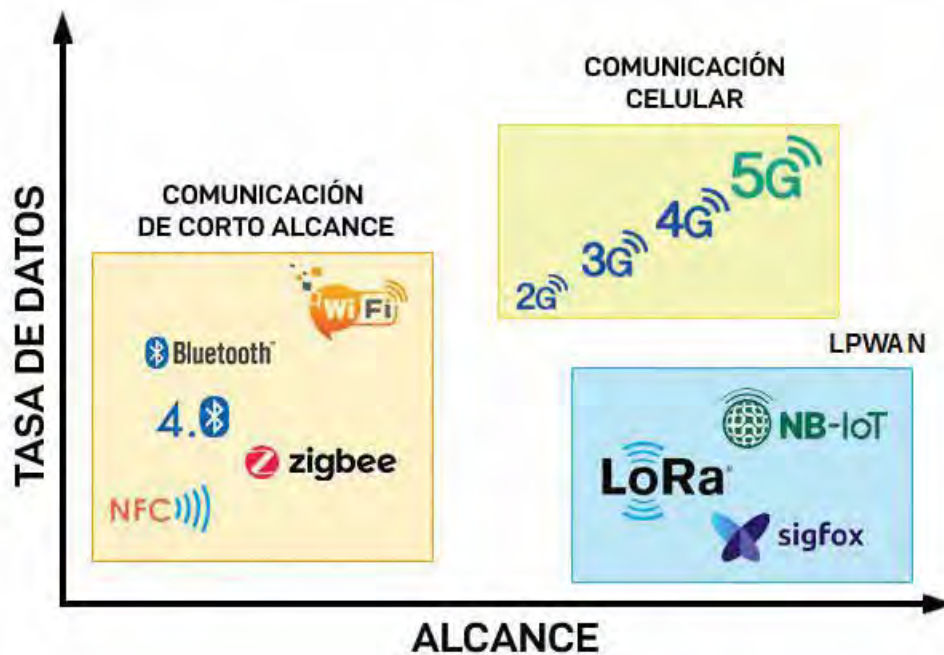
Tabla 7
WiMAX - Bandas y frecuencias

Banda	2.5 GHz	3.5 GHz	5 GHz
Frecuencias	2.5 - 2.69 GHz	3.3 - 3.8 GHz	5.25 - 5.85 GHz
¿Se autorización o licencia?	si	si	no

En la tabla 7 podemos dar cuenta que las tecnologías inalámbricas tienen una principal diferencia el cual radica en el alcance de su comunicación, la tasa de transmisión de datos y el consumo de energía.

Una comunicación inalámbrica de alcance mayor, ancho de banda reducido y de bajo consumo energético; estas características se encuentran en la tecnología LPWAN, claramente se observa que son características ideales para soluciones en aplicaciones de usos urbanos, Veamos la siguiente figura

Figura 20
Tecnologías inalámbricas tasa de datos frente a alcance



Fuente: (Kumar, 2019)

2.10.1. Low Power wide area network

LPWAN se denominan redes inalámbricas que se agrupan por características principales como son: el ancho de banda, el alcance y la potencia de energía, estas redes aparecieron para complementar necesidades de las redes WPAN y WLAN que no proporcionan el alcance suficiente por tal razón se diseña LPWAN, con las siguientes características: baja cantidad de datos de transmisión, y la eficiencia de establecer conexión entre muchos dispositivos a largas distancias, estos dispositivos o nodos terminales tienen la característica de ser modulares, flexibles y de fácil transporte. (The Things networks, 2016)

En las redes LPWAN podemos encontrar: LoRa, LoRaWAN, Sigfox, Zigbee, Características de las redes LPWAN:

Tabla 8
Características de las redes LP WAN

Sistema de Comunicación	Característica
Low Power Wide Área Network LP WAN	<ul style="list-style-type: none"> • Largo alcance. • Bajo consumo eléctrico • Arquitectura de red. • Bajo coste de conectividad. • Mayor número de dispositivos conectados. • Bajos costos de fabricación • Seguridad.

Tabla 9
Comparación características de redes LPWAN

Tecnología inalámbrica			
Características técnicas	Lo Ra	NB – IoT	Sigfox
Latencia	Intermedio	Alto	Bajo
Banda	ISM	Licenciada	ISM
Vida útil de Batería	Alta	Baja	Alta
Escalabilidad	Intermedio	Alto	Intermedio
Payload	Intermedio	Alto	Bajo

Tipo de Modulación	CSS	SC-FDMA Y OFDM	BPSK
Bidireccional	Intermedio	Si	No
Despliegue	Alto	Bajo	Intermedio

2.11. Lora Range (LoRa)

LoRa Range establece comunicación inalámbrica mediante la técnica de modulación por radio frecuencia entre dispositivos a largas distancias, las cuales se encuentran dentro de las redes de Low Power Wireless Area Network (LP WAN), veamos los siguientes tipos. (Semtech corporation, 2015)

Tabla 10

Tipos de comunicación LORA

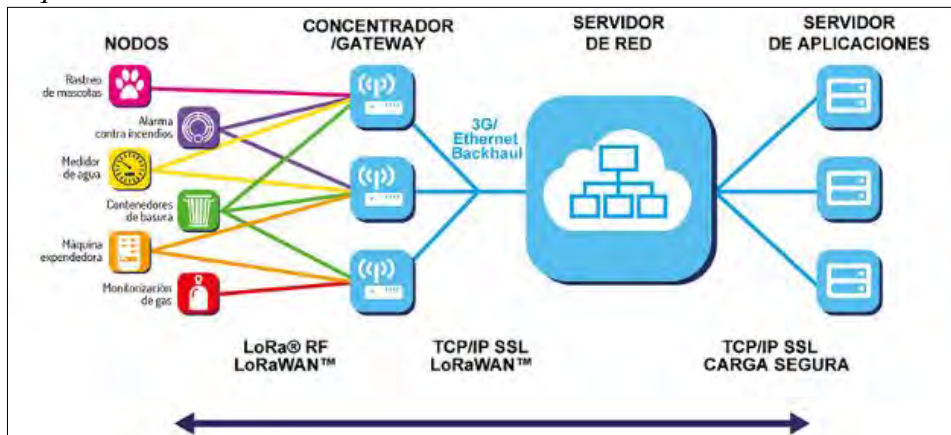
Tipo de arquitectura de conexión	Descripción
Punto a Punto	En esta configuración la comunicación se establece de la siguiente manera: - Un nodo como transmisor (Tx) y otro nodo como estación base
Red en malla (mesh)	La configuración mediante topología malla, esto significa que: - Los nodos terminales pueden enviar o recibir la información, está limitada a 255 dispositivos.
LoRaWan - estrella	En esta arquitectura de conexión, la comunicación LoRaWAN: - Cuenta con seguridad - Implementa mayor número de nodos terminales

a. Arquitectura y topología de red lora

La red LoRa Wan está formada por tres elementos

- Dispositivos finales o nodos, son dispositivos utilizados para la conexión de procesos a la red, son las que recolectan la información específica, también denominados nodos.
- Pasarela o GATEWAY. Se denominan estación base Lora y son las encargadas de recibir la información de los nodos y estas son reenviadas a los servidores de red.
- Servidores de red, que son los encargados de recibir y procesar la información que proviene de los nodos.

Figura 21
Arquitectura de una red LORA



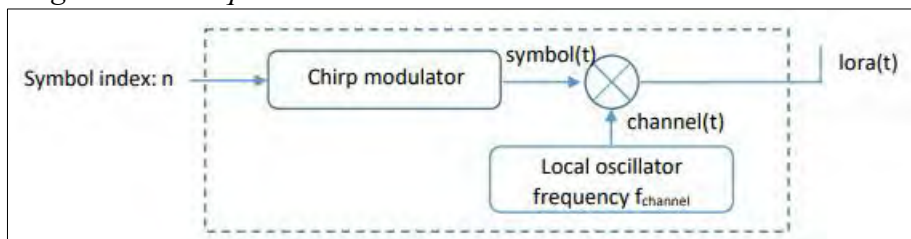
Fuente: Minkafab.com

b. Modulación

Este método de comunicación opera en la banda ISM esto es por debajo de 1GHz y es de banda libre sin licencia.

El esquema de modulación DSSS de tipo Spread Spectrum denominado Chirp Spread Spectrum (CSS) lo que permite conexiones de bajo costo, bajo consumo (25mA en transmisión y 10Ma en recepción) robustas frente a las interferencias, asimismo, resistentes al efecto Doppler. I. Ordoñez, 2017.

Figura 22
Diagrama de bloques de modulación LORA



c. Frecuencias de trabajo según región geográfica

Tabla 11
Frecuencias de trabajo según región geográfica

Frecuencias de operación de tecnología lora en MHz					
REGION	Europa	Norteamérica	China	Japón	India
RANGO	863 - 870	902 - 928	470 - 510	920 - 925	865 - 867

En el Perú para redes LoRa, regulado por el MTC mediante el plan de Asignación de frecuencias con D. S. N.º 006-2013-MTC, la cual ha sido asignada en el rango de AU915-928 AS923 (915 MHz – 928 MHz) también se indica que este rango de frecuencias está en el espectro libre, vale decir que no requiere licencia.

2.12. LoRaWAN

LoRa Alliance regula las versiones de LoRaWAN, la última versión fue lanzada en 2019 LoRaWAN V1.1. y tiene como característica la inmunidad multicanal, por consiguiente, contribuye a su capacidad para resistir interferencias y ruido en el entorno de transmisión. La inmunidad multicanal esto significa que varios canales de frecuencia están disponibles para la comunicación, así los dispositivos pueden cambiar de canal en función de las condiciones del entorno y de la red.

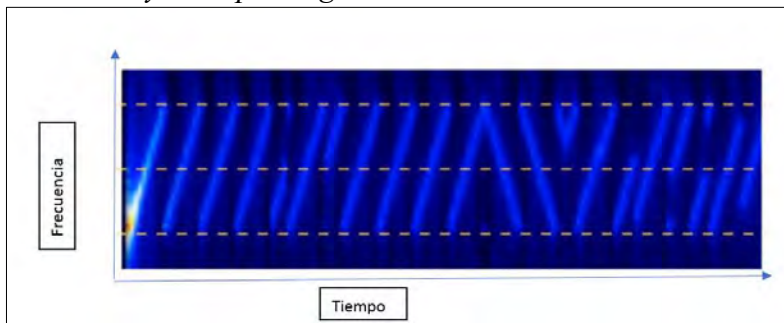
Esto claramente mejora la comunicación, ya que, si un canal está afectado por interferencias, los dispositivos pueden cambiar a otro canal disponible, asimismo reduce el consumo de energía.

LoRaWAN es un protocolo en base a LoRa que viene a ser la capa física, a esta capa física se le agrega la capa de enlace asimismo la capa de aplicación, posteriormente se debe de habilitar los parámetros para establecer conexión con un servidor de red y servidor de aplicaciones.

El mecanismo de funcionamiento es el siguiente: todos los nodos terminales de recolección de datos envían la información a una o varias puertas de enlace, esta información puede ser parámetros eléctricos, físicos, ambientales, etc. Y por otro lado, los actuadores reciben información del servidor de red para ejecutar ordenes en los actuadores.

La conexión entre los nodos terminales y la puerta de enlace se realiza mediante modulación tipo LoRa y el protocolo LoRaWAN. Como sabemos, LoRa utiliza la modulación CSS, donde es posible tener parámetros ajustables como el factor de dispersión (SF), que viene a ser la relación entre la tasa nominal de símbolos con la tasa de chips, por lo tanto, para poder realizar el envío de información por un mismo canal, el tiempo, la frecuencia y los factores de ensanchamiento deberán ser ortogonales, ver la figura 23

Figura 23
LoRaWAN y su Espectrograma de trama



Primero: Se envían una señal de variación gradual y continua de frecuencia en el tiempo (chirps) ascendentemente la cual forma el preámbulo, para luego sincronizarse y por último se transmite la carga útil.

Cabe señalar que, el punto final está cerca de la puerta de enlace, esta utiliza poca potencia por lo tanto tenemos un factor de dispersión bajo, por consiguiente, un factor de dispersión con el punto final más lejos a la puerta de enlace no pierda la comunicación con el Gateway LoRa

El Gateway LoRa también utiliza el protocolo Velocidad de Datos adaptable (ADR), que nos permite variar el factor de dispersión (SF) todo esto en función al alcance o distancia correspondiente hacia un punto final así optimizar la energía.

LoRaWAN cuenta con un altísimo presupuesto de enlace esto permite un largo alcance, en resumen, podemos afirmar “*un mayor consumo de energía y un mayor tiempo en el aire (ToA)*”, (J. Pablo. 2020)

La tasa de datos son una combinación de configuraciones de ancho de banda (BW) y factores de dispersión regulados por LoRa Alliance para varias frecuencias de transmisión, como se muestra a continuación:

Figura 24

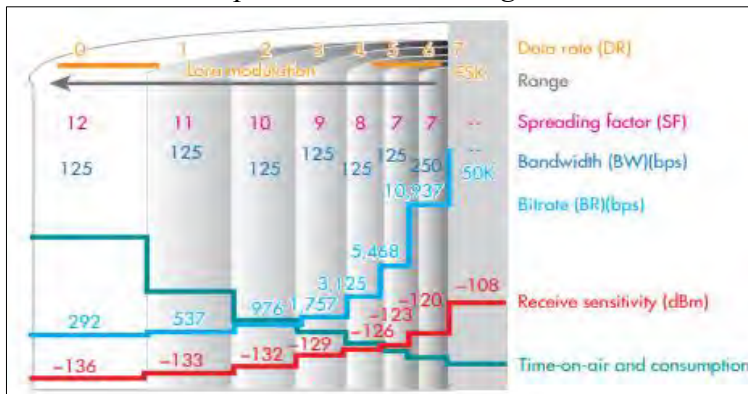
Data rate AU915 fuente: J. Pablo, 2020

Data Rate	Configuration	R_b in b/s	Maximum payload
DR0	SF12/125kHz	250	59
DR1	SF11/125kHz	440	59
DR2	SF10/125kHz	980	59
DR3	SF9/125kHz	1760	123
DR4	SF8/125kHz	3125	230
DR5	SF7/125kHz	5470	230
DR6	SF8/500kHz	12500	230
DR7	Reserved	-	-
DR8	SF12/500kHz	980	41
DR9	SF11/500kHz	1760	117
DR10	SF10/500kHz	3900	230
DR11	SF9/500kHz	7000	230
DR12	SF8/500kHz	12500	230
DR13	SF7/500kHz	21900	230
DR14	Reserved	-	-
DR15	Reserved	-	-

En el protocolo LoRaWAN es posible transmitir datos por un solo canal, a la misma frecuencia de transmisión y con el mismo ancho de banda, si necesitamos un factor de ensanchamiento podremos utilizar la puerta Gateway, el cual lo situamos a una distancia cercana para él ahorro de energía. Esto nos va permitir transmitir una variedad de datos por un solo canal con un bajo índice de interferencias a la frecuencia, cabe resaltar que este proceso nos va a permitir tener diferentes valores de factor de ensanchamiento (SF). W. Wong,

Figura 25

Tasa de datos adaptativa Willian, Wong



2.12.1. Características de LoRaWAN

la característica principal este protocolo es su largo alcance, bajo consumo y alta inmunidad a interferencias, veamos la siguiente tabla.

Tabla 12
Características LoRaWAN

Red Privada	Si, Permitido
Tipo de Comunicación	bidireccional
Radio de Alcance	5 Km - 15 Km
Número de mensajes	Ilimitado
RATIO Velocidad de Datos	50 Kb/s
Cantidad de bites	242 bytes
Frecuencia de Operación	915-928 MHz
Ancho de Banda	125 KHz – 500 KHz
Encriptado	AES128 Extremo a extremo
Interferencias	Alta inmunidad
Espectro	Sin Licencia, libre

- Capacidad de enlaces ascendentes y descendentes, los nodos terminales se programan como actuadores o sensores.
- Usado en sistemas de control.
- Posee alta resistencia a interferencia, pérdidas por desvanecimiento y al efecto Doppler.
- Es escalable en los parámetros de ancho de banda y frecuencia
- El Gateway debe estar conectado a red para conectar infinidad de dispositivos.

Las ventajas del protocolo LoRaWAN

- Atraviesa fácilmente ambientes interiores en la transmisión.
- Baja potencia en la transmisión de datos.
- La transmisión no es afectada cuando el nodo está en movimiento tampoco genera mayor consumo.
- Costo bajo en instalación y mantenimiento.

El protocolo LoRaWAN es idóneo para aplicaciones en la industria, agricultura, hospitalarios y ciudades inteligentes.

2.12.2. Protocolo LoRaWAN

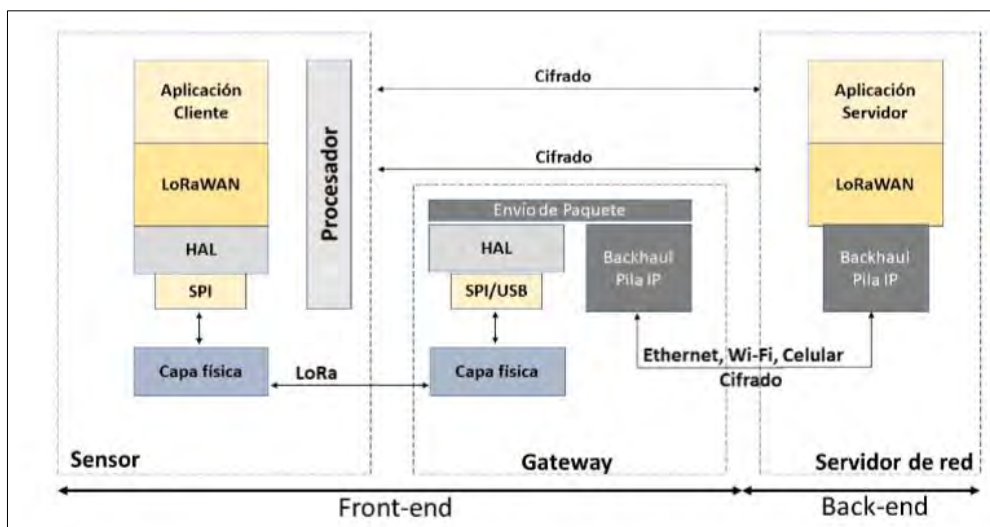
LoRaWAN (Red de área amplia de largo alcance) es un protocolo de red de área amplia (LPWAN) de bajo consumo diseñado específicamente para permitir la conectividad de dispositivos de Internet de las cosas (IoT) en grandes áreas geográficas.

La arquitectura de red LoRaWAN consta de tres unidades principales: nodos finales (dispositivos IoT), puertas de enlace (estaciones base) y servidores de red (servidores de red). Los nodos envían mensajes a través de puertas de enlace a servidores de red, que administran la red y reenvían mensajes a servidores de aplicaciones, las puertas de enlace o llamados Gateway pueden decodificar 10 transmisiones en simultáneas de distintos canales y diferentes tasas de transferencia en modulación LoRa.

Finalmente, los GateWay son los que envían la información al o los servidores vía IP. J. Morales, V- Rodríguez, F.Maciel-barboza, F. Castillo.

La Figura 21 muestra la arquitectura LoRaWAN donde apreciamos los nodos transmitir sus paquetes a uno o más GateWay.

Figura 26
Protocolo de comunicación LoRaWAN



Fuente: J. Morales, V- Rodríguez, F. Maciel-Barboza, F. Castillo.

En la figura 26 vemos el protocolo de comunicación LoRaWAN (red de área amplia de largo alcance) define las reglas y especificaciones para la comunicación entre dispositivos de bajo consumo (nodos) y redes de área amplia de bajo consumo (LPWAN), de la figura 21 observamos:

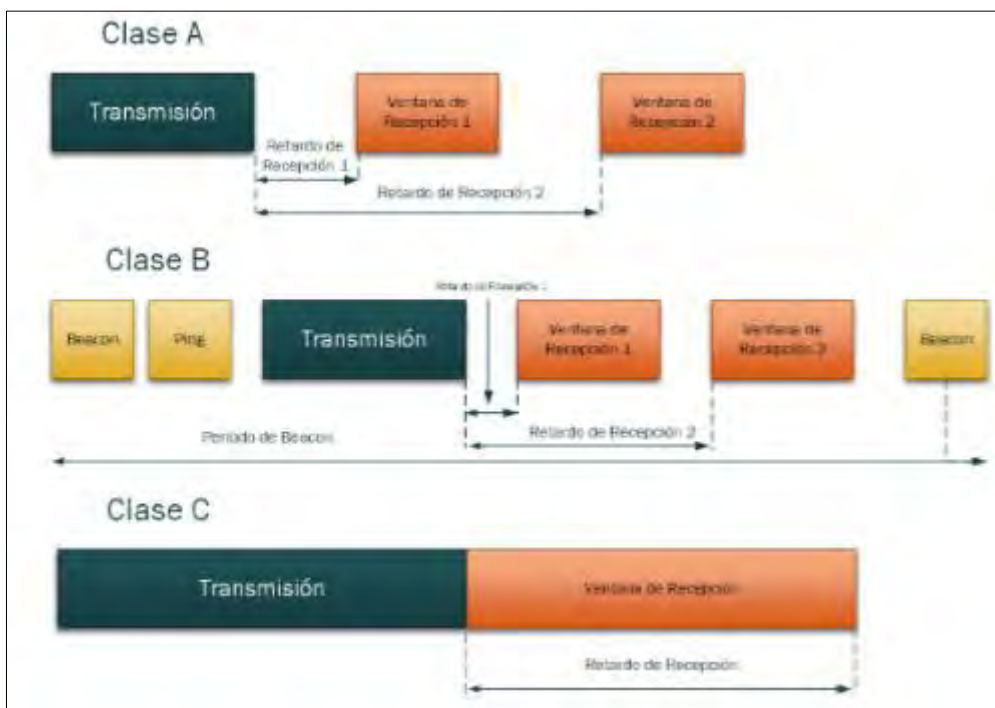
- Capas, seguridad en la red y en las aplicaciones.

- Modulación LoRa como capa física de la comunicación entre los terminales finales nodos y puerta de enlace GateWay.
- Comunicación serial (SPI), capa de abstracción de hardware (HAL).
- Comunicación IP entre el GateWay y los servidores de red que pueden ser compatibles con diferentes estándares como el Ethernet, 3G, 4G, Wi-Fi, etc

Clasificación de nodos

Los terminales o nodos en LoRaWAN se utilizan para la adquisición de datos en sus diferentes aplicaciones, asimismo, estos nodos pueden ser usados para el control de sistemas que requieran actuadores dentro del sistema de control, ya que la comunicación es bidireccional.

Figura 27
Clases de nodos



Fuente: J. Morales, V- Rodríguez, F.Maciél-Barboza, F. Castillo.

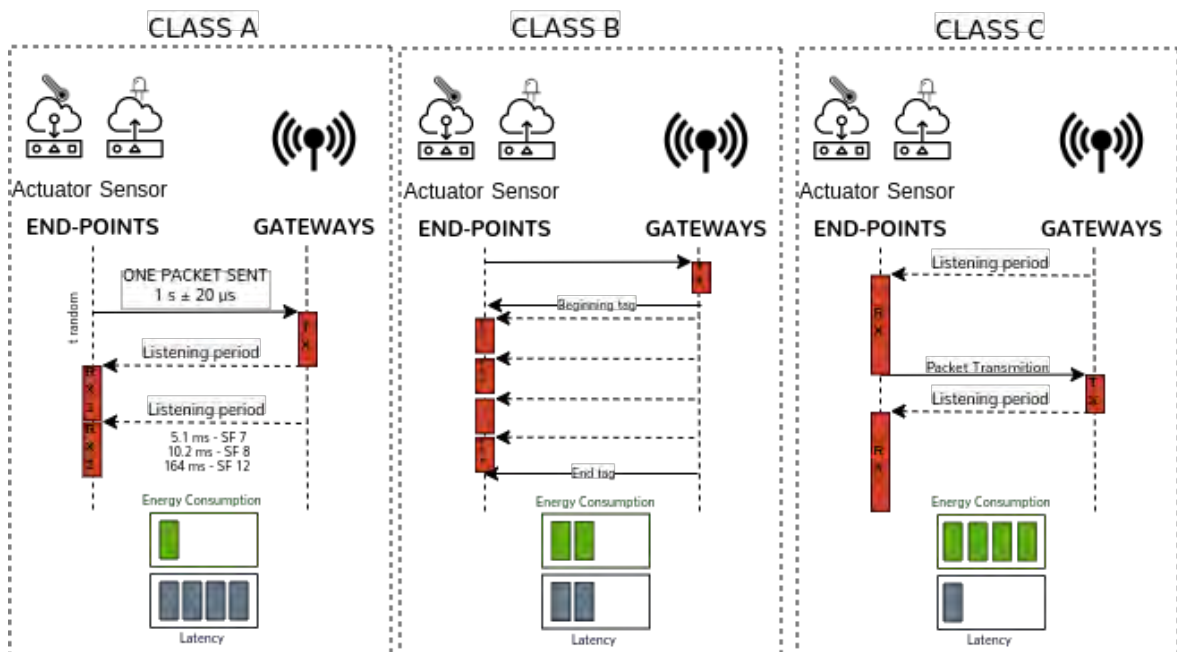
Clase A: este nodo sigue un ciclo de comunicación asimétrico es el más eficiente si hablamos en términos de consumo de energía, ya que después de enviar un paquete de datos, entra en un período de espera y solo escucha posibles respuestas en ventanas de recepción específicas RX1 y RX2.

Este ciclo de comunicación asimétrico de Clase A optimiza el consumo de energía, lo que hace que este tipo de nodo sea adecuado para aplicaciones con restricciones de energía. Sin embargo, el inconveniente es que el nodo escucha las respuestas sólo después de enviar el mensaje, lo que puede aumentar la latencia de la comunicación en comparación con las clases B y C

Clase B: En aplicaciones donde se requiere recepción incremental de datos, como nodos que usan actuadores y sensores, esta clase puede abrir ventanas de recepción en intervalos preprogramados específicos. También pueden obtener una respuesta de aquellos que solicitan ventanas adicionales. Esta opción también aumentará el consumo de energía, pero sigue siendo una opción muy viable para los botones que funcionan con baterías.

Clase C: en esta clase se asume que no es prioridad el ahorro de energía, por lo tanto, este tipo de nodo puede estar adquiriendo datos constantemente, excepto cuando está enviándolos

Figura 28
Comparación de clase A, clase B y Clase C.



Fuente: B. Mollinedo

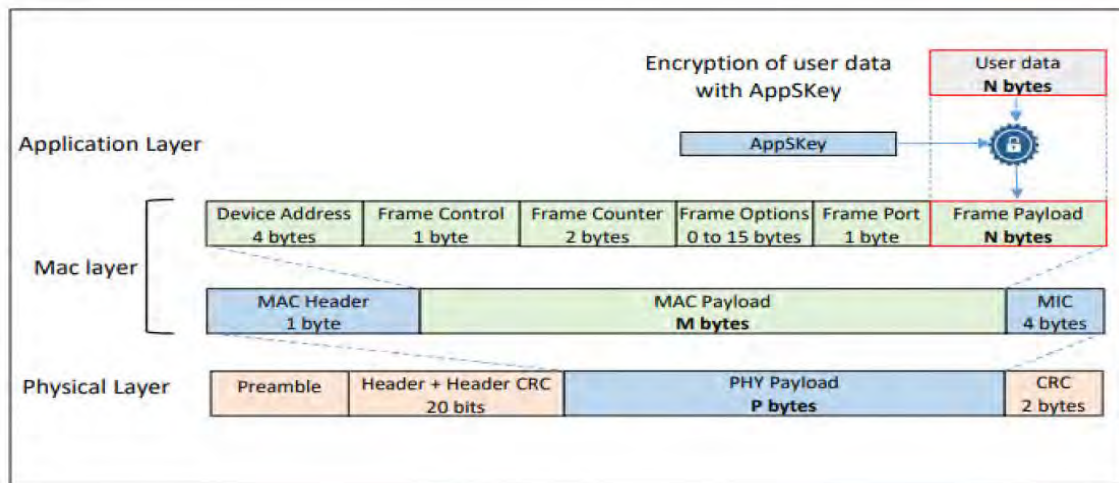
2.13. Seguridad de LoraWan

LoRaWAN garantiza la integridad del mensaje desde los nodos finales hasta los servidores de aplicaciones con encriptación AES, por lo que no puede visualizarse en servidores de red diseñados con algoritmos de encriptación. El cifrado AES128 se usa en

LoRaWAN, llamado AppKey, el nodo final tiene un identificador único especificado en el servidor de red

- La dirección del desarrollador o administrador es el único identificador del terminal.
- La clave para el inicio de sesión en red NwSKey, el servidor de red y el terminal; estos tienen el único NwSKey, y su administración de la red se realiza en el mismo servidor de red.
- Esta clave de sesión de la aplicación AppSKey, el terminal y el servidor de aplicaciones contienen la misma AppSKey, lo que permite el cifrado o descifrado, lo que garantiza que ni la puerta de enlace ni el servidor de la red puedan interpretar el mensaje.

Figura 29
Seguridad LoRaWAN



2.14. Soporte para el sistema - Servidor de red LoRaWAN

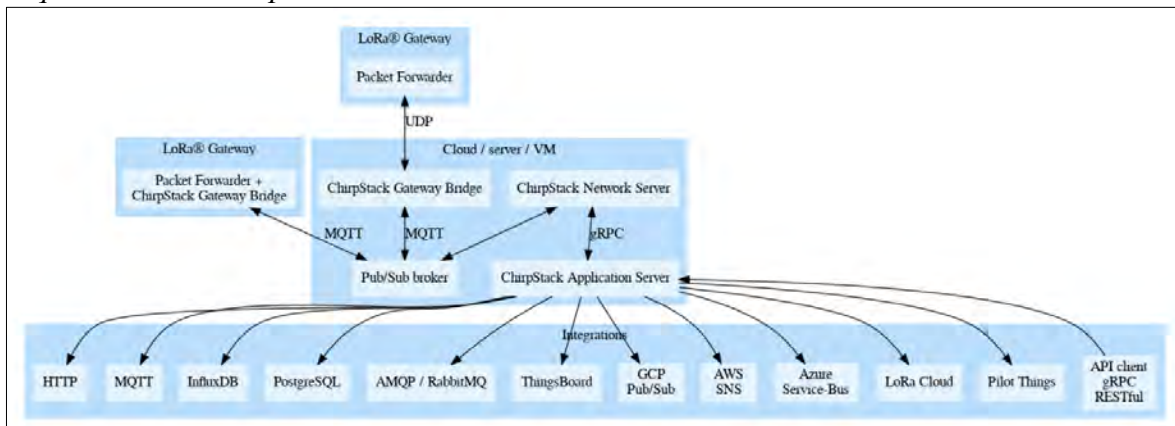
En esta etapa, para la visualización de datos es necesario contar con un soporte en la web, un servidor de red que puede gestionar la información generada por los dispositivos y también administrar la información que se genera a partir de los nodos terminales. Por ello, realizamos un análisis comparativo de dos servidores de red LoRaWAN. Vea la tabla a continuación.

Tabla 13*Servidores de red LoRaWAN Servidores de red LoRaWAN*

Características técnicas	Servidor ChirpStack	The Things Network
Cantidad de puertas de enlace (Gateway) y nodos terminales	Ilimitado	Ilimitado
Clase de nodos y/o dispositivos	Clase A, B y C	Clase A, B y C
Versiones de LoRaWAN soportados	Admite todas las versiones de LoRaWAN (V 1.0 y V 1.1)	Admite todas las versiones de LoRaWAN (V 1.0 y V 1.1)
Protocolos de Integración	MQTT, gRPC y HTTP	MQTT y HTTP
Seguridad	Seguridad de la capa de transporte Cifrado TLS de extremo a extremo claves de cifrado de 128 bits	Seguridad de la capa de transporte Cifrado TLS de extremo a extremo claves de cifrado de 128 bits
Autorización o Licencia	Software de uso libre	Software de uso libre
Tipo de infraestructura del servidor	Local y en la nube	Solamente en la nube
Tipo de soporte	Comunitario	Comunitario

En la tabla 13 se puede verificar que ambos servidores son bastante similares, en este caso utilizaremos el servidor **ChirpStack**

Figura 30
Arquitectura de ChirpStack



Fuente: Chirpstack.io

2.14.1. Base de datos

De acuerdo al diagrama del sistema, es necesario contar con un protocolo de mensajería ligera (Publisher/subscriber). Para lo cual usaremos el protocolo **MQTT** que se basa en la comunicación entre 2 dispositivos y un intermediario llamado **BROKER** quien almacena los mensajes hasta que son consumidos.

Por lo tanto, en el mercado encontramos el aplicativo Supabase.

Supabase

Supabase viene con Postgres base de datos, es gratuita y de su código es abierto considerada estable y avanzada para aplicaciones de conectividad entre dispositivos, el cual cumple con ser ligero, eficiente, escalable, fiable, seguro y admitido por varios lenguajes como Python que es universalmente utilizado.

2.14.2. Diseño e interfaz visual

En el mercado existe una diversa variedad de plataformas para alojamiento web, para nuestro caso elegimos la plataforma ChirpStack ya que es de código abierto y se usa para aplicaciones de redes de área extensa y baja Potencia (LPWAN).

ChirpStack nos proporciona la herramienta gráfica para la gestión y supervisión de nuestro sistema, veamos el siguiente enlace de configuración:

<https://github.com/ideoval/chirpstack-logger/blob/master/src/components/Plot.jsx> .

Aquí podemos ver las características que compone la plataforma ChirpStack:

Panel de control: Proporciona una visión general del estado de la red. Nos muestra información sobre los nodos (dispositivos conectados), mensajes recientes, niveles de batería, etc.

Gestión de dispositivos: ChirpStack nos permite el registro y la gestión de dispositivos LoRaWAN.

Supervisión de mensajes: ChirpStack cuenta con herramientas para supervisar los mensajes enviados y recibidos, asimismo, mostrar información detallada sobre los mensajes, el contenido, la intensidad de la señal, el tiempo de transmisión, etc.

Gestión de Gateways: ChirpStack también implica la gestión de gateways, que son los dispositivos que facilitan la comunicación entre los dispositivos LoRaWAN y la infraestructura de red.

Configuración de red: Puede haber herramientas visuales para configurar parámetros de red, como frecuencias de operación, regiones, políticas de acceso, etc.

Alarmas y notificaciones: La interfaz visual puede incluir sistemas de alerta y notificación para eventos importantes, como fallos en la comunicación, baterías bajas, etc.

2.15. Estado del arte

Existen diferentes trabajos relacionados con sistemas de telemedida, en el año 2019 se sustentó la tesis: “Gestión Mediante Telemedición y Telegestión para Optimizar la Distribución y Comercialización de la Energía Eléctrica para Clientes Residenciales e Industriales en la Región de Puno” se realiza análisis de la problemática de la medición actual del consumo y nivel residencial e industrial; asimismo se realiza análisis de los medidores electromecánicos, medidores digitales y los errores frecuentes que ocasiona una incorrecta facturación donde concluye que, la calidad del Distribución y comercialización se optimizó y mejoró mediante la Telemedición y Telegestión, ya que se posee mediciones en tiempo y se eliminaron errores de lectura en un costo de beneficio de S/. 15,918.90 mensuales, así poder entregar una buena calidad del servicio de energía eléctrica a los 705 medidores en el mercado Las Mercedes, se redujo del 25% de errores de toma de lectura en un 20% con la implementación de medidores de Telegestión’. Y que la implementación de los medidores inteligentes Telegestionados ayudara a las empresas distribuidoras de energía eléctrica, eliminar los costos por errores de lectura, no solo basta con el simple reemplazo

de los viejos y conocidos medidores de energía convencionales (ya sea de inducción o electrónico-digitales), a su vez involucra también hacer modificaciones en la red de suministro que debería virar hacia una Red más Inteligente o Smart Grids. (Zegarra, 2017). En la tesis, “Utilización del sistema de teledatada para el registro de lecturas de medidores inteligentes en clientes mayores del sector eléctrico Abancay, D. En la empresa Electro sur este S.A.A. 2019” refiere a un trabajo de tecnología de teledatada, el cual define como medición remota de los medidores; en la empresa ELECTRO SUR ESTE S.A.A. el proceso de lecturas de clientes mayores del sistema comercial se encuentra con un 50% de deficiencia, por la digitación de cada función a un padrón de lecturas, generando así errores humanos; la tecnología de teledatada evita la digitación de padrones. La característica principal de este tipo de tecnología es la utilización de la señal de celular GPRS, y la comunicación 2G de Telefónica Movistar demostrando así que el presente trabajo es viable por lo que se está proponiendo dicha tecnología para los puntos más alejados de la ciudad que están siendo utilizados para alimentar Antenas de Telefónica Movistar con medidores ELSTER. (Pomaylle, 2021)

En el trabajo: “Desarrollo de un instrumento de teledatada para medición de potencia en módulo fotovoltaico de la UAN sede Manizales de la Universidad Antonio Nariño” desarrollado por Jefferson Marin, 2023 concluyó que el piloto de teledatada para la captura del consumo energético se puede afirmar que el sistema fotovoltaico cumple la función a cabalidad al generar el dato correspondiente vía WLAN en la plataforma conocida como Node-Red. (Marín, 2023).

En el trabajo “LoRaWAN Communication Protocol: The New Era of IoT” desarrollado por Alexandru Lavric, 2018, se realiza evaluación del rendimiento y análisis de sostenibilidad de la tecnología LoRa, en la cual se emplea un simulador, donde se determina que, para el caso de una red distribuida a gran escala en un área geográfica grande con miles de nodos, el número de colisiones puede elevarse, lo que afecta negativamente a la capacidad del canal de comunicación. (Lavric, 2018)

En el trabajo “Reactive and Proactive Resource Allocation for LoRa-Enabled IoT Applications” se realiza un análisis de los límites técnicos de LoRaWAN y las oportunidades que ofrece desde un punto de vista de nivel de enlace y de sistema, centrándose específicamente en entornos rurales. Mediante una evaluación experimental, seguida de una simulación. Se determina que, empleando un solo Gateway en un área 46,5 km, utilizando valores más grandes de SF para cubrir los nodos lejanos, lleva a una

eficiencia mucho menor en el uso del recurso espectral. Pero empleando 4 Gateway en la misma área, introduce una mejora notable en la capacidad de la red. (Arshad, 2022).

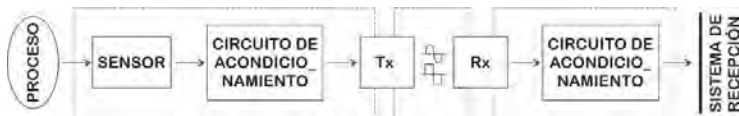
CAPITULO III: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN

3.1. Introducción

En este capítulo, exploraremos las fases prácticas y ejecutivas de nuestro proyecto de implementación del sistema de teledeteción del consumo de energía eléctrica de baja tensión. Para ello, comenzaremos considerando el siguiente diagrama de bloques como el concepto general de nuestro diseño:

Figura 31

Diagrama de bloques del sistema de teledeteción



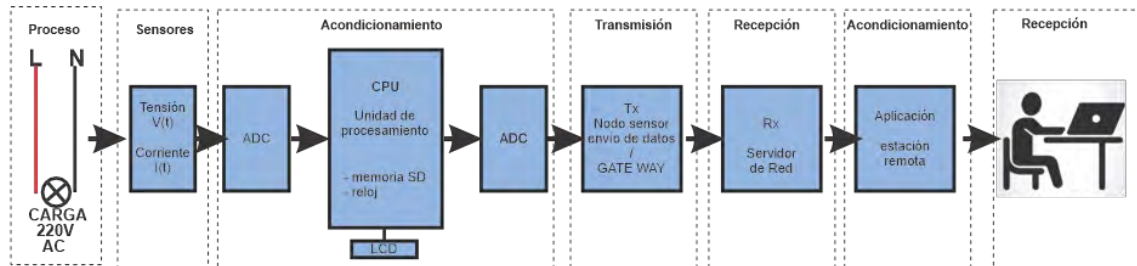
3.2. El sistema y sus requerimientos

Para iniciar con el diseño del sistema se da cumplimiento al siguiente diagrama de bloques de sistemas de teledeteción, ver figura 32.

Aplicado a nuestro caso, veamos el siguiente diagrama:

Figura 32

Diagrama de bloques del medidor monofásico con sistema de teledeteción



Así mismo, este sistema debe de cumplir los siguientes requerimientos:

- ✓ El sistema deberá ser una **red inalámbrica**; es el requerimiento principal debido a que parte fundamental de los objetivos de este proyecto.
- ✓ El sistema deberá tener un **alcance** de comunicación inalámbrica, ya que los medidores (contadores fiscales) están distribuidos en diferentes puntos dentro de un rango de cobertura. (Heredia, 2013).

- ✓ El sistema deberá ser **modular**, es importante cumplir este requerimiento ya que el proyecto trabajara con tensión 220V, 60Hz lo que presenta riesgo eléctrico.
- ✓ El sistema debe ser **escalable**, el presente sistema debe permitir adicionar o disminuir los contadores fiscales inalámbricos.
- ✓ **Seguridad**, el sistema deber garantizar la integridad de la información y evitar errores en los contadores fiscales.
- ✓ **Acceso remoto**, el sistema deberá ser capaz de contar con acceso remoto para analizar, utilizar la información desde una estación base.

3.3. Estudio de campo

Para realizar el diseño y su implementación de este sistema de telemedida del consumo de energía eléctrica tipo monofásico, se llevaron a cabo los siguientes pasos:

Primero. Se realizó un testeo a la red monofásica 220, 60Hz que provee la empresa distribuidora de energía eléctrica, con los siguientes resultados:

Figura 33

Imagen de la pantalla de osciloscopio, prueba de la red domiciliaria - monofásica

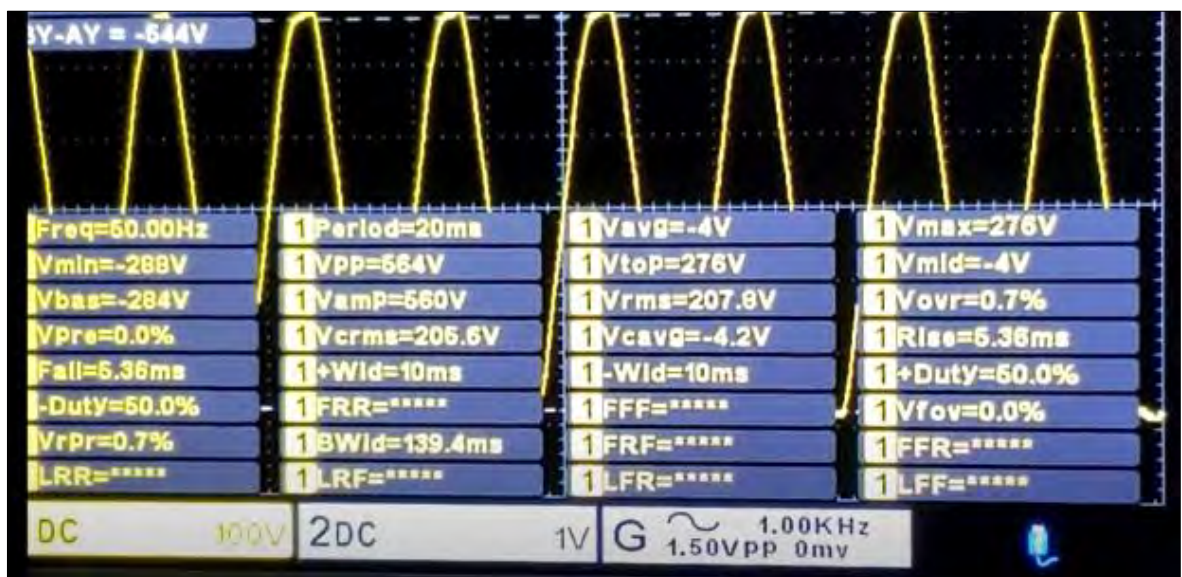


Tabla 14

Parámetros de red eléctrica monofásica según osciloscopio

Nº	Parámetro	Valor
1	Frecuencia	59Hz
2	Voltaje máximo	276V
3	Voltaje mínimo	-288V

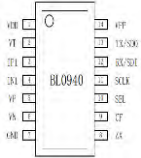

4	Voltaje RMS	207.8
5	Voltaje pico pico	564V

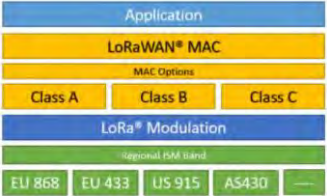
Segundo. En el estudio previo a la revisión de información relacionada a sistemas de telemedida, se detalla:

- **Sensor de medición de tensión – corriente**, este sensor deberá ser un diseño capaz de medir tensión y corriente y nos ofrezca aislamiento y disipación a temperatura, Asimismo, debe contar con una tolerancia de menor al 0.1 %. Esto debido a que un medidor de energía eléctrica a 220V a una corriente promedio de 10 A y frecuencia de 60Hz genera calor en la circuitería. por otro lado, este proyecto pretende ofrecer un error mínimo en las mediciones
- **Circuito Integrado (IC) de medición**, de acuerdo a la búsqueda de módulos de medición, podemos encontrar en el mercado actual una variedad de circuitos integrados dedicados a medir tensión y corriente a base muestro de señales con niveles de tolerancia debajo del 1%, por otro lado, el IC deberá ser compacto y que sea capaz de entregar el valor de potencia y energía RMS a base de la tensión y corriente de entrada
- **Micro controladores**, para este sistema, se va requerir un microcontrolador básico que nos ofrezca: temporizadores, ADC, puertos de entrada salida con protocolos de comunicación I2C y USART para administrar reloj, memoria SD, display y comunicación con el nodo TTGO de LoRaWAN
- **Protocolos de comunicación inalámbrica**, este proyecto se basa en el diseño de una red de comunicación a base de protocolo LoRaWAN. Debido a que este protocolo está desarrollado en base a: capa física LoRa, capa de enlace, capa de aplicación y finalmente es capaz de conectarse con un servidor de red

Tabla 15
Elección de materiales

Descripción	Especificación técnica	Imagen referencial
Sensor de tensión / corriente	El sensor se diseñó a base de la técnica de la resistencia SHUNT	

<p>circuito de medición de tensión – corriente.</p> <p>IC BL 0940</p> <p>Es un circuito integrado de medición y alta precisión en medir parámetros de energía eléctrica</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Dos ADC Sigma-Delta independientes. - El rango de corriente es 10mA~35A) @1mohm. - Medir voltaje y corriente RMS, corriente RMS rápida, potencia activa, energía activa. El error de ganancia es inferior al 1%. - Salida lógica de cruce por cero de tensión. Proporcione una interfaz de comunicación Uart/SPI - Monitor de fuente de alimentación en chip - Referencia de voltaje en chip de 1.218V. Circuito oscilador en chip, frecuencia de reloj 4MHz. - Fuente de alimentación 3,3 V, bajo consumo de energía 10 mW (típico) 	
<p>Micro controlador STM 32 F103C8T6</p> <p>ARM 32 BIT, 72MHz.</p> <p>una plataforma de desarrollo C/C++ con funciones de configuración de periféricos, generación de código y compilación de código.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - CPU: ARM-M3 de 32 bits, 72 MHz, Controlador de interrupción anidado con 43 canales, Procesamiento de interrupciones (hasta 6 ciclos de CPU) con encadenamiento de cola - Memoria: 32 a 128 Kbytes de memoria Flash. - Gestión de reloj, reinicio y suministro: 2,0 a 3,6 V y E/S, detector de tensión programable. - Bajo consumo: Modos de suspensión, parada y espera. - dos ADC de un (1) μs, 12 bits (16 canales de transmisión) y su rango de conversión esta entre: 0 y 3,6 V. 	

	<ul style="list-style-type: none"> - Controlador DMA de siete (7) canales, Periféricos compatibles: temporizadores, ADC, SPI, I2C y USART 	
Protocolos de comunicación inalámbrica - LoRaWAN	<ul style="list-style-type: none"> - LoRaWAN Este protocolo nos brinda inmunidad a interferencias, bajo consumo de energía y su comunicación puede traspasar interiores de zonas urbanas. - LoRaWAN Este protocolo está desarrollado en base a capa física LoRa, a esta física se agrega la capa de enlace, capa de aplicación y finalmente se debe habilitar los parámetros para conectar con el servidor de red y servidor de aplicaciones. Finalmente, los nodos terminales son los encargados de transmitir la información a uno o más puertas de enlace. 	

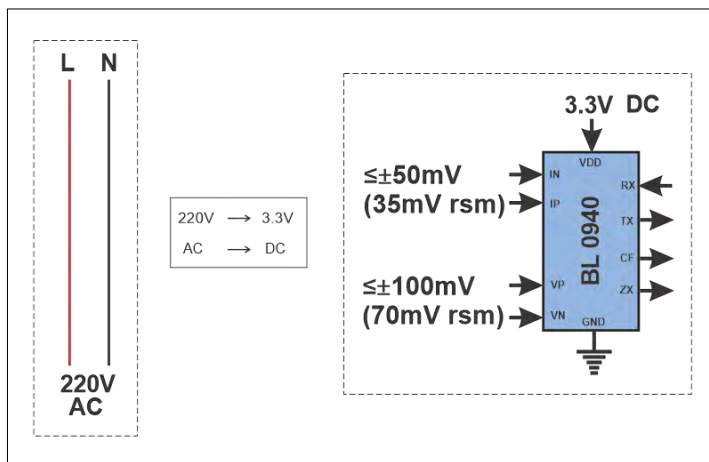
3.4. Diseño del sistema

3.4.1. Acondicionamiento del sensor BL0940

Debido a, la elección del circuito integrado IC BL0940 para la medición de energía eléctrica, por lo tanto, según características técnicas del IC BL0940 esta trabaja con voltaje de alimentación $V_{cc} = 3.3 \text{ V}$ y Corriente continua, ver imagen.

Figura 34

Diagrama de circuito para diseño de sensores, se observa voltaje de entrada al IC BL0940 y las entradas para señal de muestreo de corriente y voltaje



En la figura 34 podemos observar los puertos importantes para realizar el diseño de adquisición de datos, describimos de la siguiente manera:

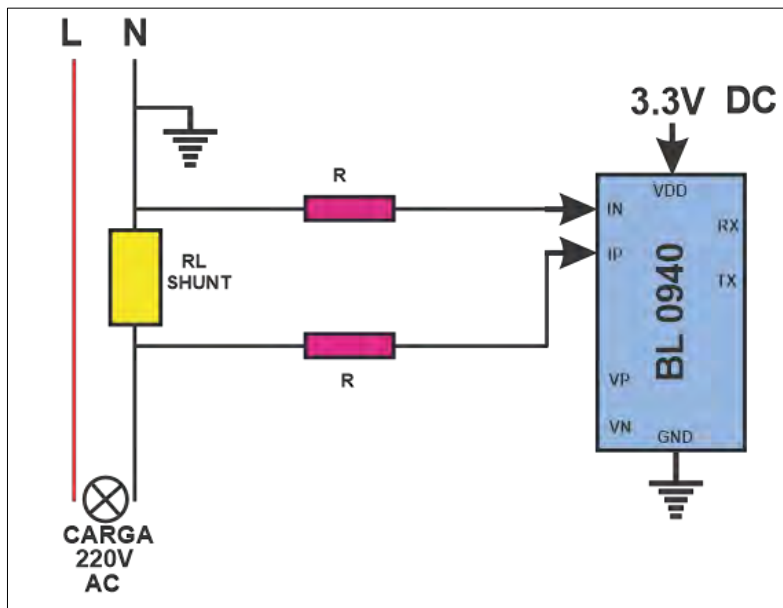
- VDD representa el puerto para tensión de entrada que tiene un valor de 3.3V.
- IP y IN son puerto para muestro de la corriente y tiene un valor máximo de 50mV (35mV rms).
- VP y VN son puerto para muestro de la corriente y tiene un valor máximo de 100Mv (70mV rms)
- Tx y Rx representan el puerto serial de envío y recepción de datos de manera asíncrona (UART)
- CF representa al puerto de Salida de pulso de energía, este puerto puede usar como alarma de sobre corriente.
- ZX Cruce por cero de tensión, puede utilizarse para operar relés.

a. Sensor para IP e IN para muestreo de corriente

Puertos para muestro de la corriente y tiene un valor máximo de 50mV (35mV rms), mediante un circuito deberán ir conectados a la línea de retorno en la red de acometida ya que de aquí se realizará el muestreo de la corriente consumida, ver siguiente figura:

Figura 35

Diagrama del sensor para IN e IP mediante resistencia Shunt



Justificación de la técnica que utiliza resistencia shunt, está no ofrece aislamiento y es disipativa. Los sensores Hall, si bien miden corriente AC y DC con aislamiento necesitan en general un núcleo magnético y la tecnología Rogowsky-Chattock ofrece aislamiento, pero no mide corrientes AC. (Díaz, 2023)

Asimismo, Según las especificaciones del fabricante, la tolerancia en el valor de resistencia del shunt es del 0.01 % respecto al nominal de 10 Ω .

Consideración, para la selección del tamaño de la resistencia Shunt. Primeramente, se debe minimizar la disipación de energía de la resistencia Shunt, segundo, considerar que las altas temperaturas pueden causar errores significativos. Según la ficha técnica del IC BL 0940 tiene como rango de corriente entre 10mA a 35A; por lo tanto, consideramos una resistencia mínima comercial de 1m Ohm en la relación potencia con corriente, para obtener una potencia mínima:

$$P = I^2 \times R$$

Tenemos:

$$I = 35A$$

$$R_{shunt} = 1m\Omega$$

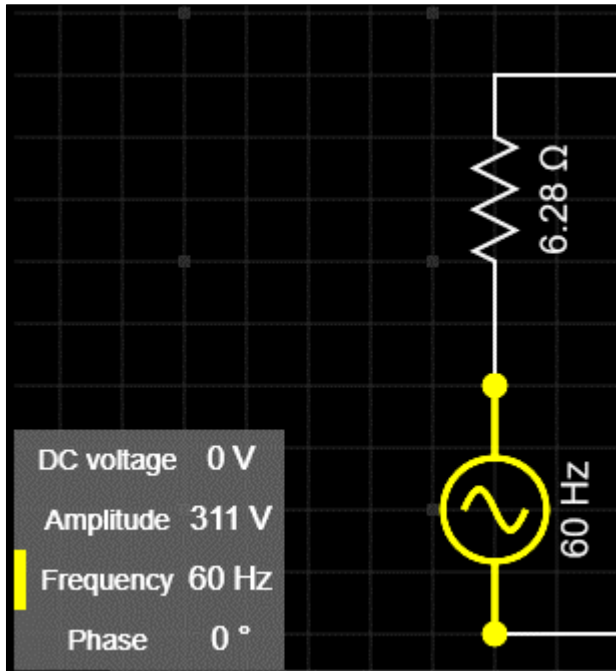
$$P = (35A)^2 \times (1 \times 10^{-3})$$

$$P = 1.225W$$

Iniciamos configurando una red de voltaje rms 220V, 60 Hz y una resistencia de carga de acometida RL.

Figura 37

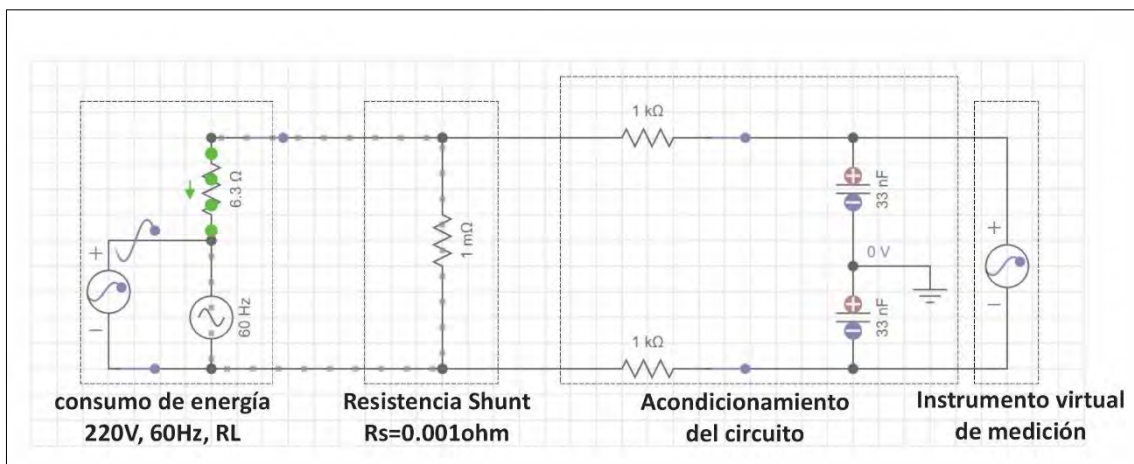
Configuración de la fuente de voltaje y resistencia de carga - acometida



En esta configuración observamos que el voltaje es de 311 V pico – pico, este valor es equivalente a 220 V RSM, Continuamos con la edición del circuito.

Figura 38

Circuito de adquisición de datos del consumo de acometida



En el circuito podemos identificar la etapa de consumo de energía, la resistencia Shunt, acondicionamiento de circuito y el instrumento virtual de medición, debemos resaltar

que el instrumento está conectado a la salida de este sistema los cuales serán la entrada a los pines IN (pin 4) e IP (pin 4) del IC BL 0940.

Simulación 1

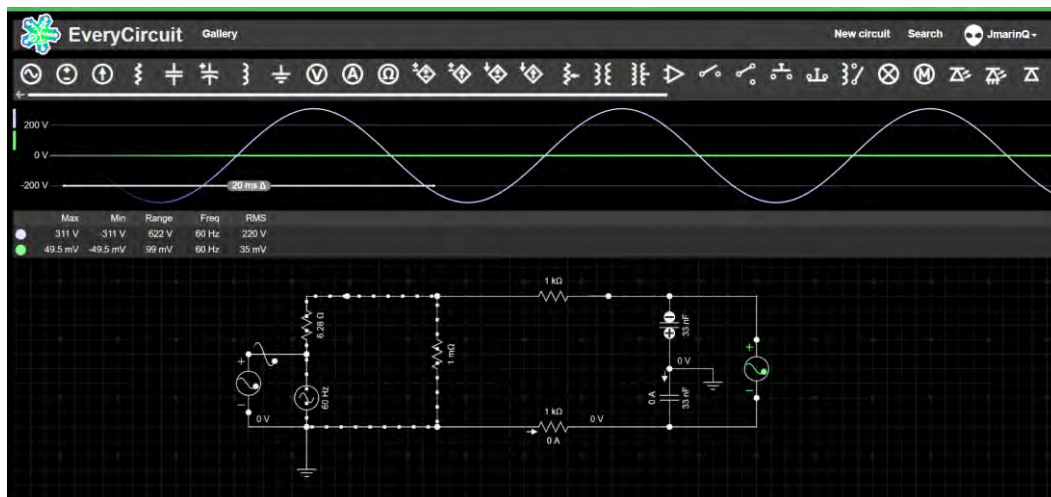
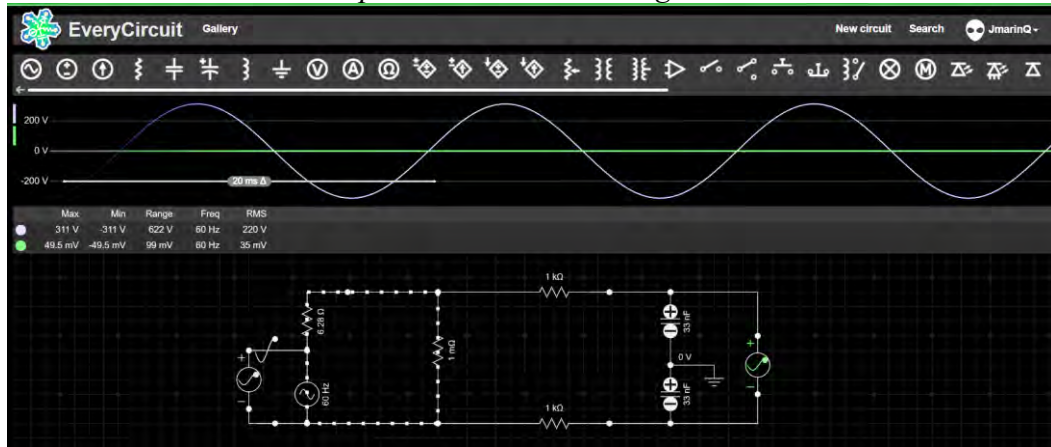
En esta simulación veremos la onda del voltaje domiciliario con una resistencia de carga que simula el consumo, con los siguientes parámetros nominales:

$$V_{pp} = 311.12 \text{ V}$$

$$V_{rms} = 220 \text{ V}$$

$$f = 60 \text{ Hz}$$

Figura 39
Simulación del circuito, etapa de consumo de energía



<i>Parámetro</i>	<i>Nominal</i>	<i>Simulación</i>
<i>Voltaje pico – pico</i>	$\pm 311.12 \text{ V}$	$\pm 311.00 \text{ V}$

<i>Voltaje RMS</i>	<i>220 V</i>	<i>220 V</i>
<i>Frecuencia</i>	<i>60 Hz</i>	<i>60 Hz</i>

En la figura 39 se puede observar 2 ondas, una que claramente se traza en color blanco, y la onda de color verde se encuentra muy próximo a nivel cero, no es perceptible la oscilación, sin embargo, podemos corroborar sus valores descritos que están en el orden de los mil voltios, veamos la siguiente simulación.

Figura 40

Simulación la salida del circuito que viene a ser entrada a los pines IN (pin 4) e IP (pin 4) del IC BL 0940

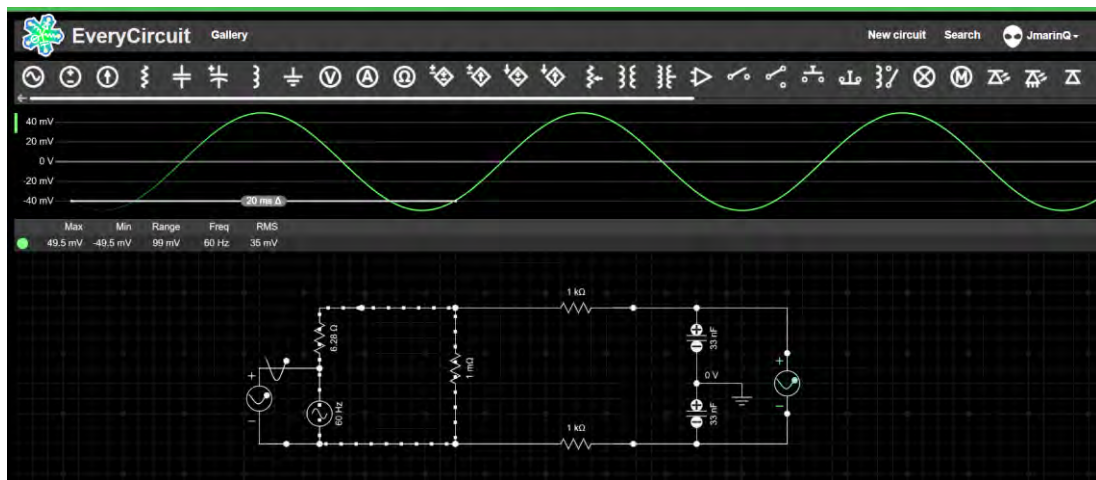
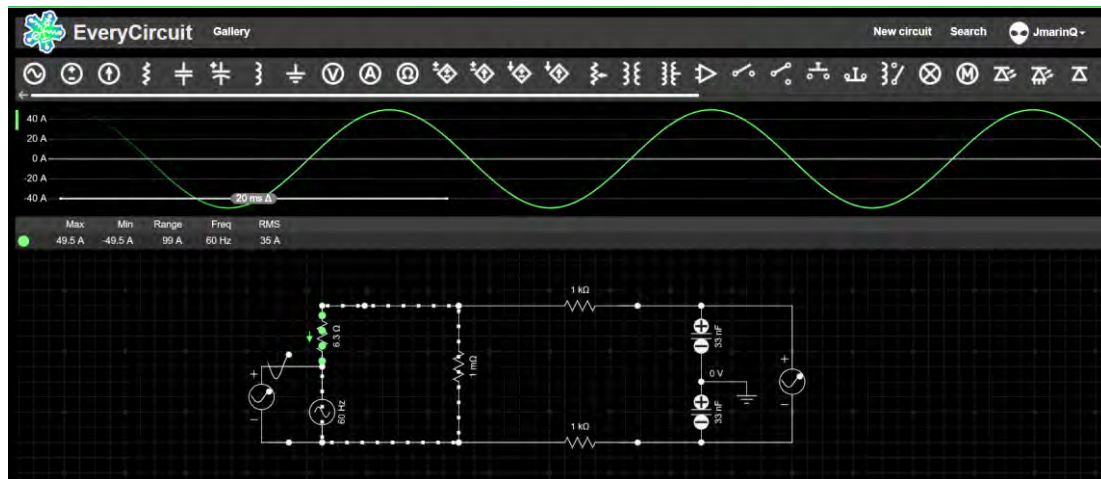


Figura 41

Simulación de la resistencia de carga $R_L = 6.3 \text{ ohm}$ y la corriente que circula



Resultados: para IP (pin 3) e IN (pin 4)

<i>Parámetro</i>	<i>Nominal</i>	<i>Simulación</i>
<i>Voltaje pico – pico</i>	<i>±50 mV</i>	<i>±49.5 mV</i>

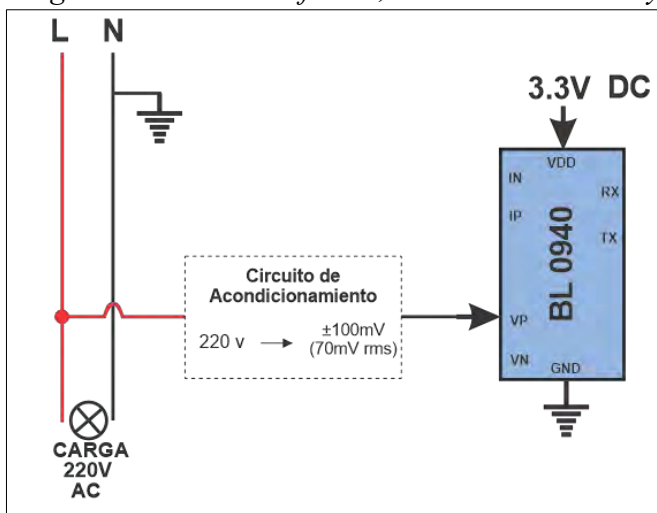
<i>Voltaje RMS</i>	<i>35mV</i>	<i>35mV</i>
<i>Frecuencia</i>	<i>60Hz</i>	<i>60Hz</i>
<i>Corriente de carga max</i>	<i>35A</i>	<i>35A</i>

En la figura 41 se observa la simulación de salida del circuito que viene a ser entrada a los pines IN (pin 4) e IP (pin 4) del IC BL0940 y la figura 41 se observa la resistencia de carga y la corriente que circula por el mismo.

b. Circuito de acondicionamiento para entrada puerto de entrada VP del IC BL 0940

Este puerto es el que recibe la información de la red eléctrica que entrega la empresa concesionaria al usuario su valor nominal para el tipo monofásico es de voltaje $V=220\text{ Vrms}$, frecuencia de $f=60\text{ Hz}$, ver imagen:

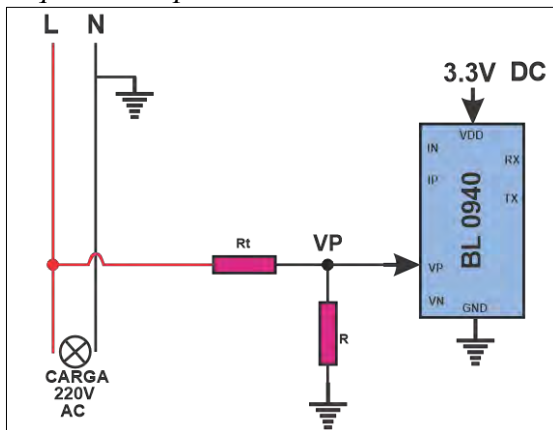
Figura 42
Diagrama de red monofásica, acondicionamiento y IC BL 0940



Para este diseño se considera que: el puerto VP (pin5) es una entrada analógica de voltaje y acepta un rango de $\pm 100\text{ mV}$ (70 mV rms), por lo tanto, realizaremos un divisor de tensión de 220 V rms a 70 mV rms .}

Figura 43

Esquemático para el acondicionamiento de V_p



En el esquema de la figura 43 tenemos los valores de los voltajes nominales:

$$V_{LN} = 220 \text{ V}$$

$$V_P = 70 \text{ mV}$$

Para este caso el valor de VP calcularemos al 80 % del valor máximo (**VP=56 mV**) debido a las sobrecargas que tiene la red eléctrica asimismo proteger IC BL 0940; por otro lado, la resistencia R que va a tierra es para evitar el retorno por lo tanto asignamos el valor de $R=510 \text{ ohm}$, para calcular la resistencia R_t , ver la siguiente ecuación de divisor de tensión,

$$V_{LN} = \frac{(R_t + R)}{R} \times V_P$$

$$R_t = \frac{(V_{LN} - V_P)}{V_P} \times R = \frac{(220 - 56 \times 10^{-3})}{56 \times 10^{-3}} \times 510$$

$$R_t = 2,003,061.43 \Omega$$

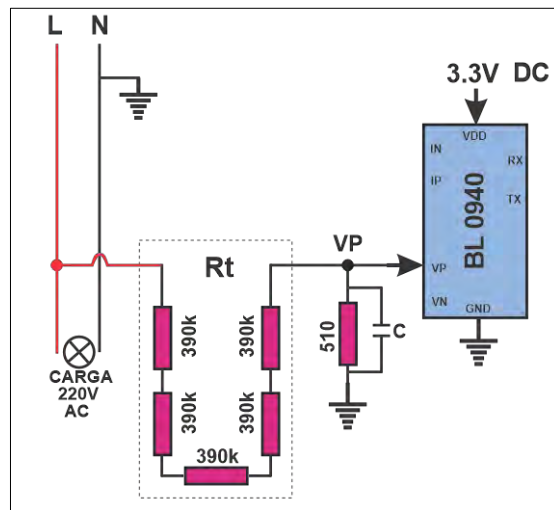
El valor que resulta ser bastante alto, por lo tanto, la distribuiremos en cinco 5 resistencias en serie para encontrar un valor comercial.

$$R_5 = 400,612.28 \Omega \approx 390 \text{ K}\Omega$$

El valor comercial más próximo es de $390 \text{ K}\Omega$, de tal forma el circuito quedaría de la siguiente manera.

Figura 44

Esquemático del circuito de acondicionamiento de 220 V a 70 mV de VP



Simulación B

Se utilizó el aplicativo 'EveryCircuit' (certificación 'GTS CA 1D4') para la simulación del esquemático:

Figura 45

Esquemático del divisor de tensión

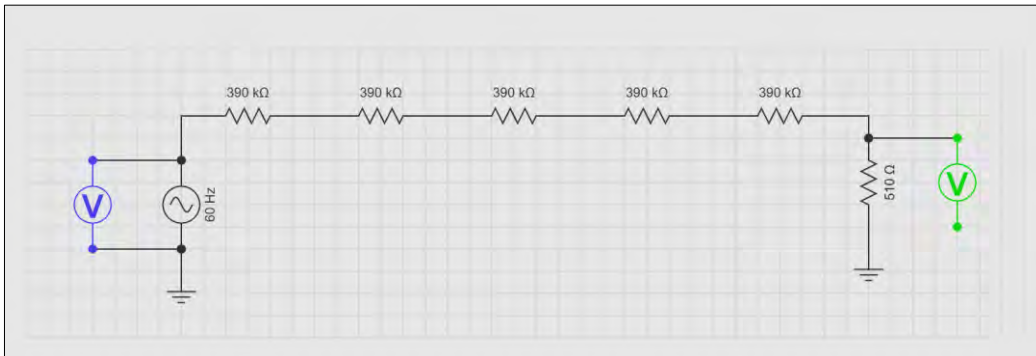
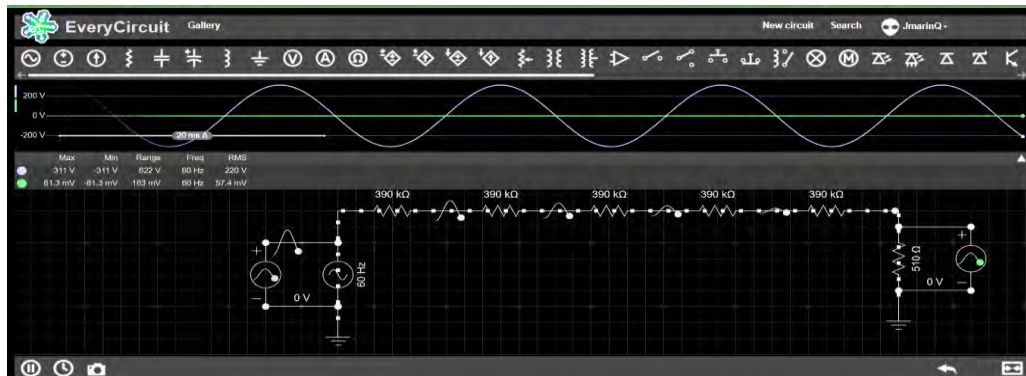


Figura 46

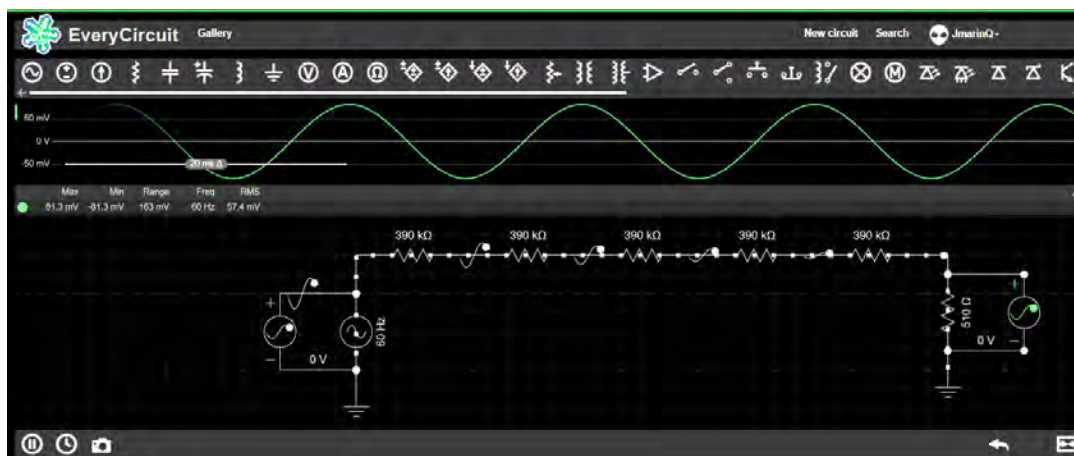
Simulación del circuito, entrada y salida del divisor de tensión



En la figura 46 se observa la simulación de 2 ondas, una la entrada red 220 v, 60 Hz y la salida del orden de mili voltios lo cual no se vista la ondulación que tiene frente a la onda de la red monofásica, veamos la siguiente simulación de salida del circuito.

Figura 47

Simulación de circuito en la salida del divisor de tensión



Simulación a la salida, se puede observar la onda de voltaje de 57.4 mV rms a la salida, esta señal es la que deberá ser la entrada al puerto VP (pin 5) del IC BL 0940.

Resultados: para VP (pin 5) y VN (pin 6)

Parámetro	Nominal	Simulación
Voltaje pico – pico	± 100 mV	± 81.3 mV
Voltaje RMS	70 mV	57.4 mV
Frecuencia	60Hz	60Hz

Finalmente, para esta etapa ya podemos presentar el esquemático del circuito eléctrico del medidor de tensión corriente para la red monofásica 220 V, 60 Hz.

Figura 48
Circuito eléctrico del sensor tensión - corriente en red monofásica

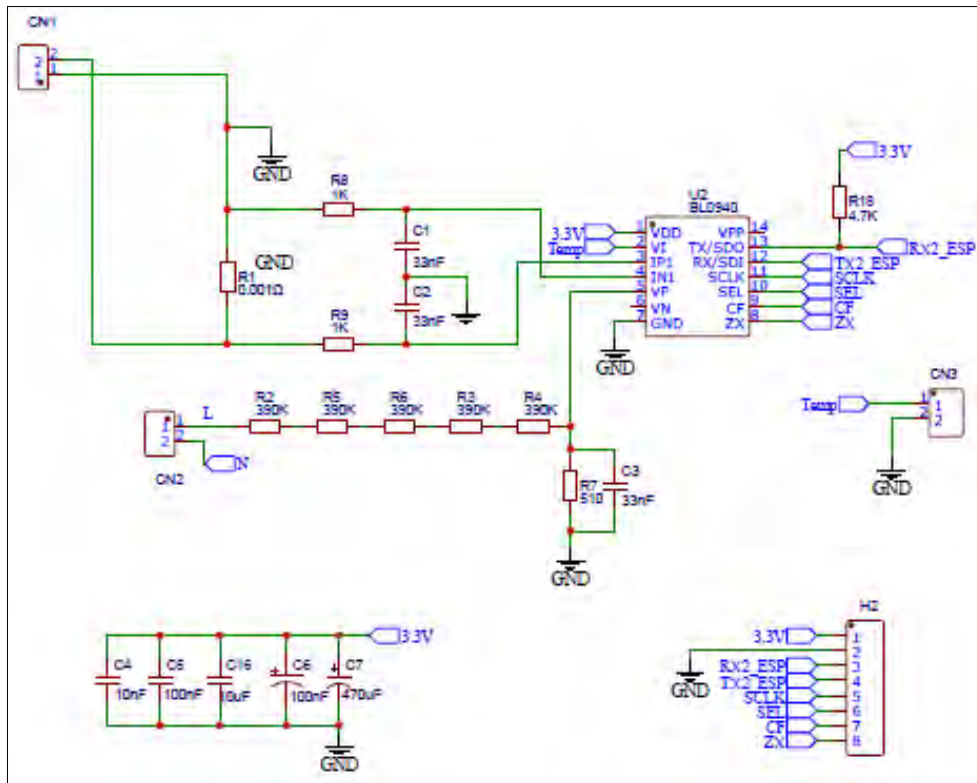
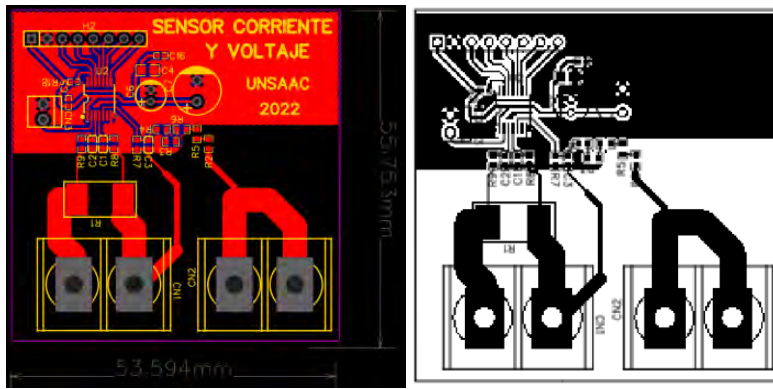


Figura 49
PBC del circuito eléctrico

Leyenda	
CNX :	Conector físico de 2 pines
CN1 :	Línea de retorno - consumo de corriente.
CN2 :	Red monofásica L - N , 220V
CN3 :	Puerto para sensor de temperatura.
H2 :	Conector físico de 8 pines
CF :	Salida para alarma de sobre corriente
ZX :	El MCU puede operar rele
SEL :	Interfaz selector (0: UART o 1: SPI)
SCLK :	reloj
RX/TX :	Recepción y transmisión de datos



La placa resultante del diseño tiene las siguientes medidas:

Ancho	largo
53.594 mm	55.753 mm

Figura 50

Diseño del PBC en 3D tamaño proporcional placa y dispositivos electrónicos



Figura 51

Fotografía de la placa sensor de tensión corriente



BL0940 tiene dos ADC de precisión, dos señales diferenciales.

- El canal de corriente IP1/IN1.
- Canal de tensión es VP/VN.

c. Cálculo de la potencia activa del IC BL0940

El IC BL0940 realiza el cálculo mediante la siguiente relación:

$$WATT = \frac{4046 * I(A) * V(V) * \cos(\varphi)}{V_{ref}^2}$$

Donde:

- I(A) y V(V) : Valores RMS de las entradas analógicas PIN(IP & IN, CP & GND)
- φ : Ángulo de fase entre I(A) y V(V) de la señal AC
- Vref : Voltaje de referencia típica de 1.218v

d. Corrección de la potencia activa

El IC BL0940 cuenta con un registro de compensación a la potencia activa de 8 bits (WATTOS), este registro tiene el valor predeterminado de 00H, este elimina el desplazamiento de la potencia activa.

$$WATTOS = \frac{WATT - WATT0}{8 \times 3.05172}$$

- WATT : Potencia activa después del ajuste
- WATT0 : Potencia activa antes del ajuste

e. Antideslizamiento de potencia activa

El IC BL0940 tiene la función anti-deslizamiento de potencia patentada (WA_CREEP), que garantiza la potencia del nivel de ruido de la placa, no se acumulara en caso no haya carga.

$$WA_CREEP = \frac{WATT}{3.0517578125 * 8}$$

3.4.2. Implementación del administrador del sistema

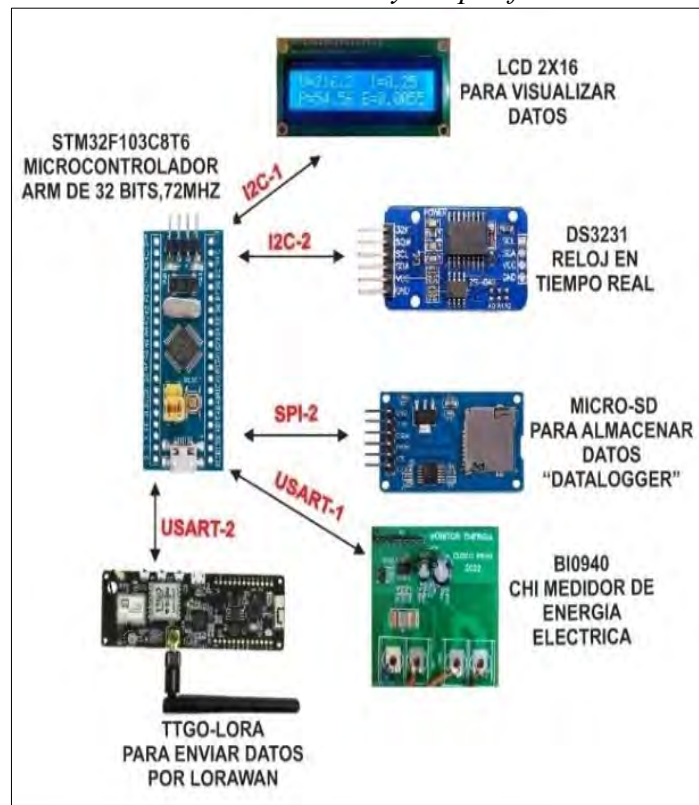
Para la implementación del administrador de nuestro sistema, esta deberá contar con las siguientes consideraciones mínimas: una plataforma de desarrollo con funciones de configuración de periféricos, generación de código y compilación de código, debido a que

en este proyecto tenemos sensores de entrada con comunicación UART, deberá ser capaz de comunicarse con el nodo terminal LoRaWAN mediante UART con protocolo de comunicación RS232 TTL, asimismo, deberá ser capaz de comunicarse con un LCD, tarjeta de almacenamiento SD y reloj mediante I2C o SPI.

De todas las consideraciones, en el mercado podemos encontrar el microcontrolador de la familia STM 32 CUBEIDE; el cual cumple con las consideraciones necesarias. Ver figura 52

Figura 52

Administrador STM 32 F103C8T6 ARM 32 BIT y los periféricos de nuestro sistema

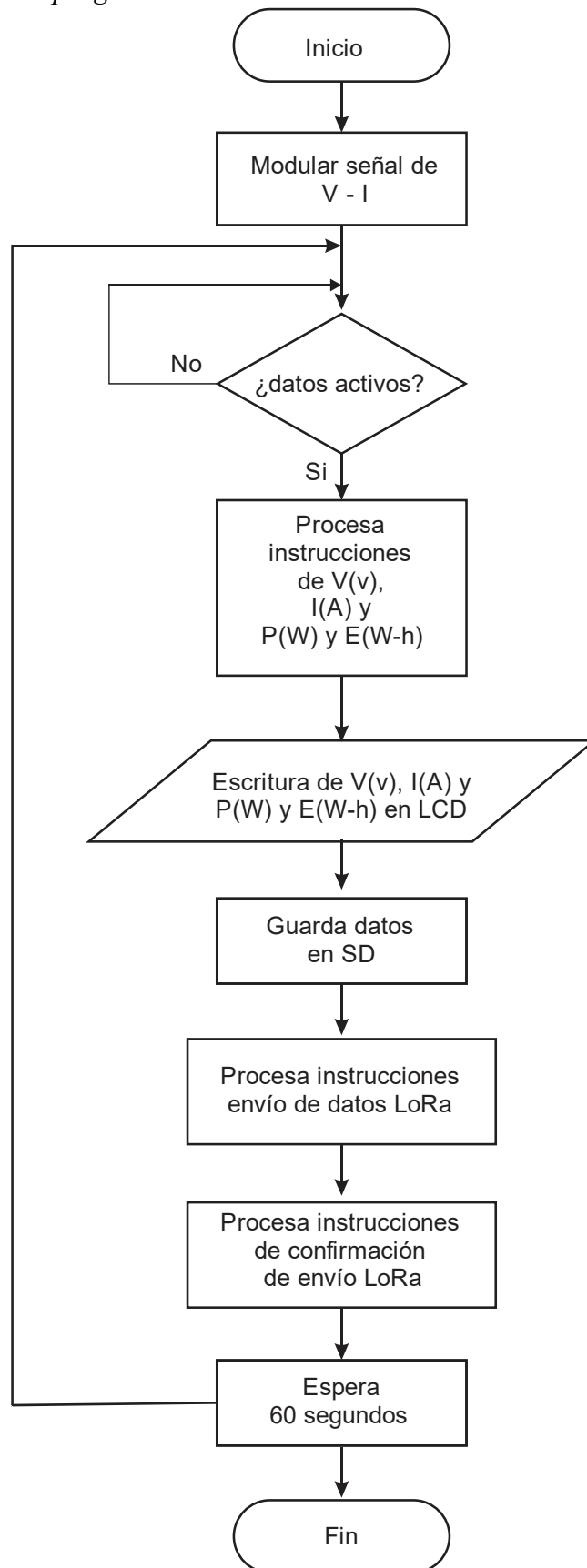


a. Programación en el microcontrolador

Para comprender la programación aplicada en el desarrollo de la solución se requiere analizar el diagrama de flujo presente en la Figura 53, el cual menciona y ordena las principales actividades del proceso durante la medición de magnitudes y su posterior envío de datos. Este diagrama de flujo es útil y necesario para comprender la lógica de la solución del problema y entender a través de una descripción textual el flujo de su ejecución.

Figura 53

Diagrama de flujo de la programación en el microcontrolador



- Modular V – I : Sentencias de instrucciones que configuran las funciones de comunicación
- ¿Datos activos?: Sentencias condicional para evaluar la activación del sensor medidor, el no cumplimiento de la condición impide la ejecución del resto del código.
- Procesar instrucciones de tensión, corriente, potencia y energía. La tarea de este proceso es el acondicionamiento de cada uno de los parámetros y su envío a demás procesos con la instrucción *HAL_UART_Transmit*
- Escritura de V(v), I(A),P(W) y E(W-h) en LCD: este proceso se encarga de la visualización en el LCD de los valores de cada parámetros indicado mediante la instrucción `size_str = sprintf(str, "%s=%3.1f ", "parametro");`
- Guardar datos en SD: este proceso se encarga del almacenamiento en una memoria SD de 32Gb mediante la instrucción `f_open(&fil, "TEST_MEDIDOR.csv", FA_WRITE | FA_OPEN_ALWAYS)`
- Procesa instrucciones envío de datos LoRa: bloque de función encargado de enviar los paquetes de datos mediante la instrucción `HAL_UART_Transmit(&huart2, (uint8_t *)str, size_str, 1000);`
- Procesar instrucción de confirmación de envío LoRa: bloque de función con códigos de verificación de recepción de paquetes de datos
- Espera 60 segundos: bloque de retardo a 60 segundos para volver a leer datos desde el sensor de tensión y corriente.

b. Plataforma STM32CubeIDE y configuración del STM 32 F103C8T6 ARM 32

La plataforma es capaz de desarrollar C/C++ avanzada cuenta con la función de configurar periféricos, así mismo genera de código, compila código y depuración para microcontroladores y microprocesadores, en la figura 54 podemos observar la plataforma.

Figura 54

Plataforma STM32 CUBE IDE



Para nuestro caso utilizaremos el microcontrolador STM 32 F103C8T6 ARM 32 BIT de la familia STM32, Configuración de periféricos.

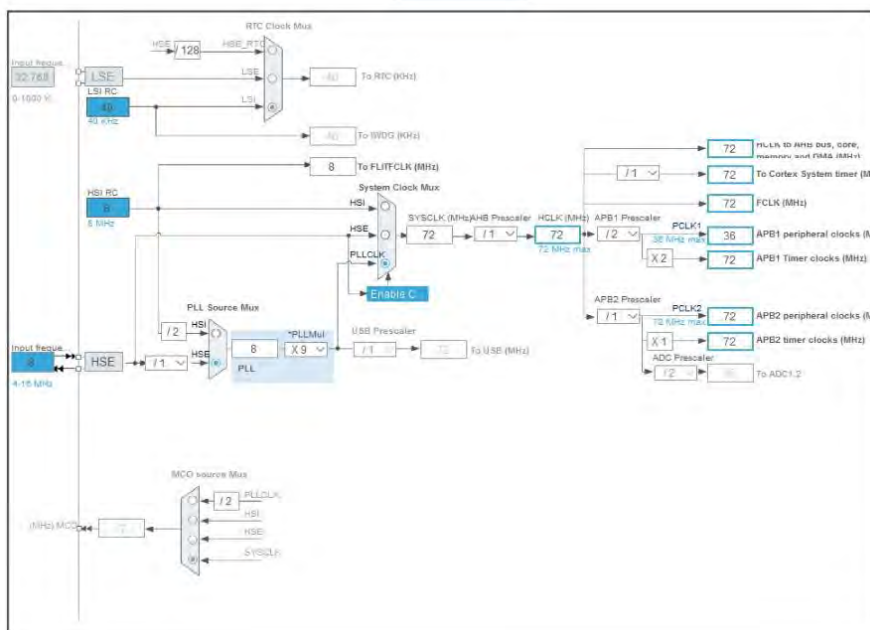
```

Int main(void)
/* iniciamos configurando todos los periféricos */
MX_GPIO_Init();
MX_I2C2_Init();
MX_I2C1_Init();
MX_SPI2_Init();
MX_FATFS_Init();// sistema de archivos
MX_USART1_UART_Init();
MX_USART2_UART_Init();

```

Figura 55

Arquitectura STM32F103C8T6 en proceso de simulación



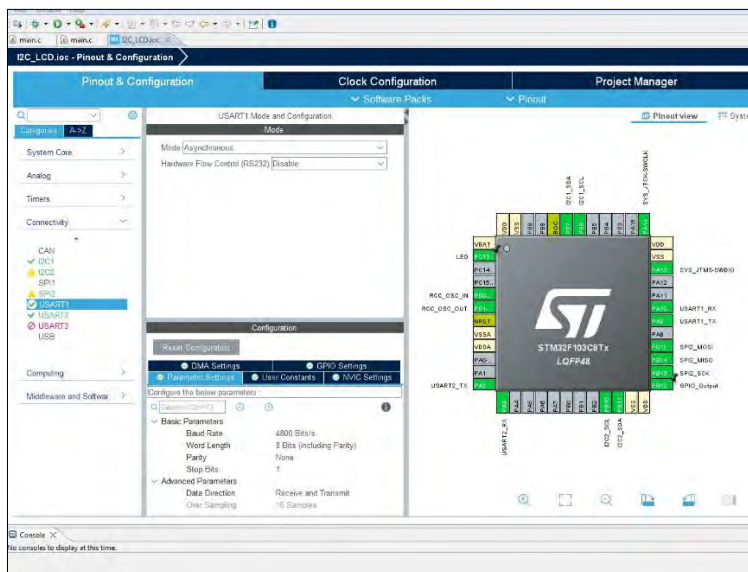
c. Configuración para la comunicación con la tarjeta sensor IC BL0940

Esta comunicación se realizó mediante el puerto de UART Tx y Rx

```
//----- BL0940 MEDIDOR DE ENERGIA -----  
HAL_UART_Transmit(&huart1, (uint8_t *)CMDB_TT, 2, 1000);  
while(Recibido == 0);  
Recibido = 0;  
  
I_RMS_int32 = (rx_buff[6]<<16) | (rx_buff[5]<<8) | rx_buff[4];  
I_RMS = I_RMS_int32*0.0000029553;  
I_RMS = I_RMS*0.9806;  
  
V_RMS_int32 = (rx_buff[12]<<16) | (rx_buff[11]<<8) | rx_buff[10];  
V_RMS = V_RMS_int32*0.0000347906;  
V_RMS = V_RMS*1.02228;  
  
POTENCIA = I_RMS*V_RMS;  
ENERGIA = ENERGA + POTENCIA*0.000016666; // watt*min == [(1000*w)/1000] *  
[(60*min)/60] == KW-H/60000 == 0.000016666*KW-H  
Flash_Write_NUM(0x08012000, ENERGA);
```

Figura 56

Configuración del UART 1 para comunicación con el sensor



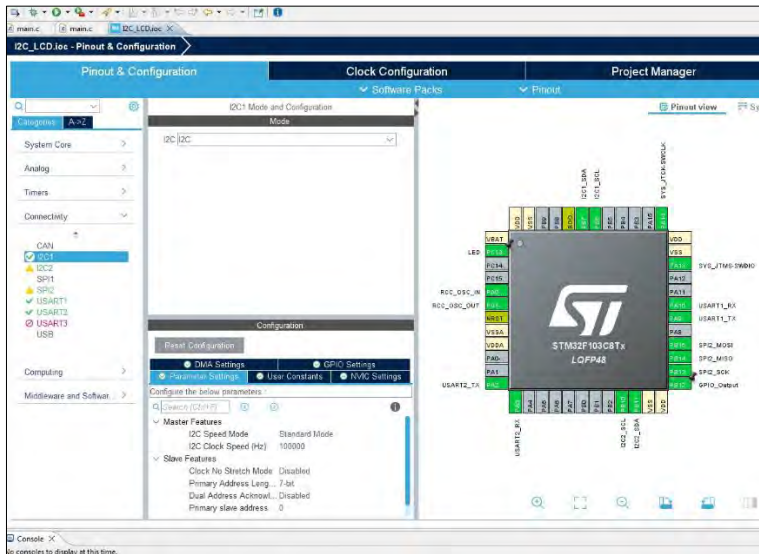
En la figura 56 vemos la configuración del UART 1 para comunicación con el sensor IC BL0940, también se puede observar el BAUD RATE de 4800 bits/s de comunicación a 8 bits con enlace bidireccional ya que lo primero es que el microcontrolador envía una solicitud al sensor IC BL0940 y el sensor debe de responder enviando lo solicitado.

d. Configuración con el LCD X16

Esta comunicación se realiza mediante I2C, mediante el siguiente comando:

```
size_str = sprintf(str, "%s=%3.1f ", "V", V_RMS);
```

Figura 57
Configuración del LCD en la plataforma STM32

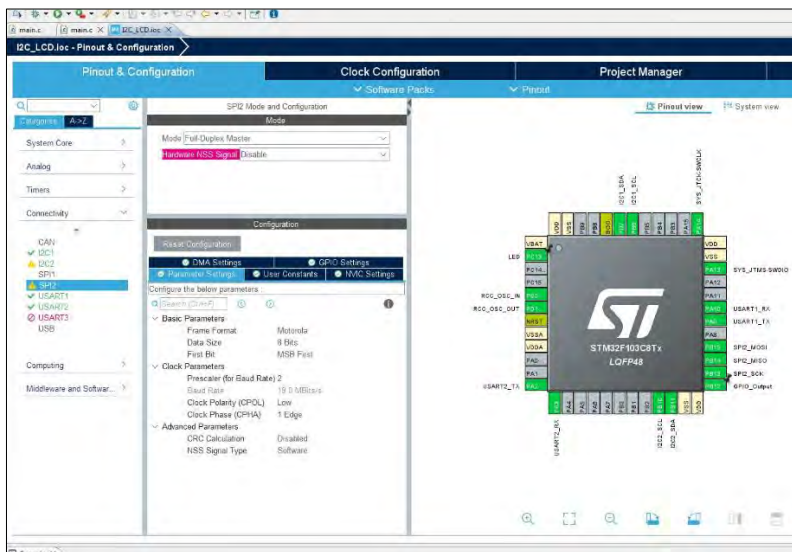


e. Configuración del puerto para memoria SD

Esta comunicación se realizó mediante el periférico SPI2, esta configuración se realiza con la finalidad de almacenar datos en formato .csv de MS EXCEL el formato de este almacenamiento deberá ser con segundo, minuto, hora, fecha de acuerdo al reloj que tiene el sistema; para lo cual se utilizó el comando:

```
f_mount(&fs, "", 1);
f_open(&fil, "TEST_MEDIDOR.csv", FA_WRITE | FA_OPEN_ALWAYS )
```

Figura 58
Configuración para la comunicación con la memoria SD



f. Configuración para la comunicación con el NODO terminal

Presentamos tres tipos de módulos terminales LoRaWAN

Tabla 16

Tipos de nodos terminales para LoraWAN

Tipos de Nodo terminal compatibles con LORAWAN			
Características Técnicas de operación	Dragino X	RYLR - 896	TTGO – T-Beam
Alcance de cobertura	2 Km	5 Km	5 Km
Chip - LoRa	SX1276 / SX1278	SX1276	SX1276 4MB
Frecuencia de operación	915 MHz - 928	868 MHz - 915 MHz	915 MHz - 923 MHz
Antena de transmisión	IPEX	PCB	LoRa(IPX)x1
Rango de voltaje de operación	3.3 V-5 V	2 V-3.6 V	1.8 V-3.7 V
Tipo de modulación	LoRa	LoRa	FSK, LoRa
Temperatura de trabajo	-40 °C – 85 °C	40 °C – 85 °C	-40 °C – 85 °C

Módulo Nodo TTGO - TBEAM

El módulo nodo TTGO-TBEAM utiliza el chip modelo ESP32, el cual posee 02 núcleos en la unidad de procesamiento, estas están inclinadas para la realización de proyectos de comunicaciones de manera remota. La familia ESP tienen la característica de ser modular y escalable, ya que cuentan con opciones para trabajar con diferentes protocolos.

Para su implementación de estos nodos terminales, se suele utilizar más de un dispositivo, el transceptor LoRa, sensores, antena y MCU y cada uno con diverso protocolo.

Observando las características de la placa TTGO TBEAM rev. 1.0, esta cuenta con:

- Transceptor LoRa SX127X el MCU ESP32.
- Un receptor GPS sin tener que agregar ningún otro componente.

Existen varias versiones de TTGO y una variedad de transceptores como SX1276 y SX1278 y esta última utiliza el nodo módulo GNSS NEO - M8N GNSS GPS según la frecuencia de transmisión configurada según la región.

Figura 59

Módulo Nodo TTGO-TBEAM



En la figura 59 tenemos el Nodo TTGO-TBEAM, veamos el código de configuración y envío de datos del microcontrolador al NODO terminal, este envío se realiza cada 1 minuto.

```
if(Recibido_Esp32 == 1 )
```

```
Size_str = sprintf(str,
```

```
"{id:1,i:%1.2f,v:%3.2f,p:%4.2f,e:%1.5f}\n",I_RMS,V_RMS,POTENCIA,ENERGIA );
```

```
HAL_UART_Transmit(&huart2, (uint8_t *)str, size_str, 1000);
```

```
for( i = 0; i < 100; i++ ) str[ i ] = 0;
```

```
HAL_GPIO_WritePin(LED_GPIO_Port, LED_Pin, 1);
```

```
HAL_Delay(5000);
```

```
HAL_Delay(10000);//10segundos para hacer 1 minuto
```

```
HAL_Delay(10000);
```

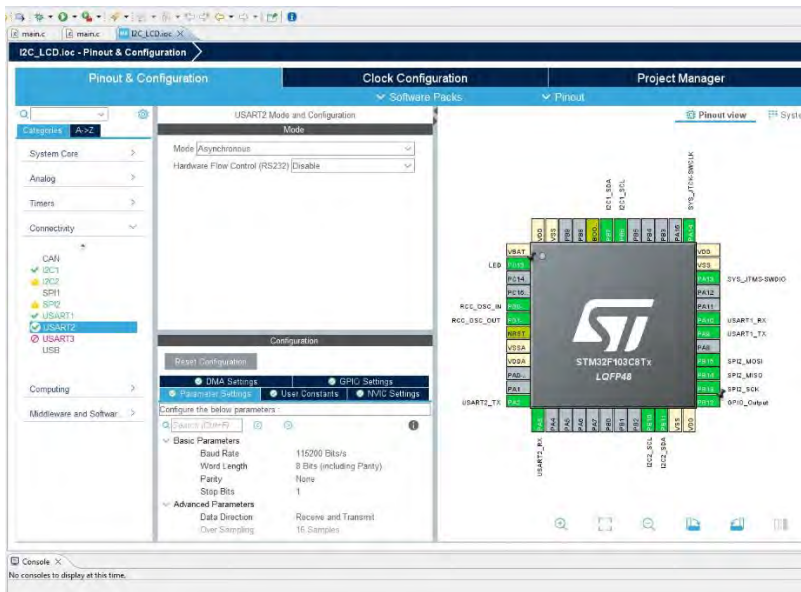
```
HAL_Delay(10000);
```

```
HAL_Delay(10000);
```

```
HAL_Delay(10000);
```

```
HAL_Delay(10000);
```


Figura 60
Configuración del NODO TTGO-TBEAN

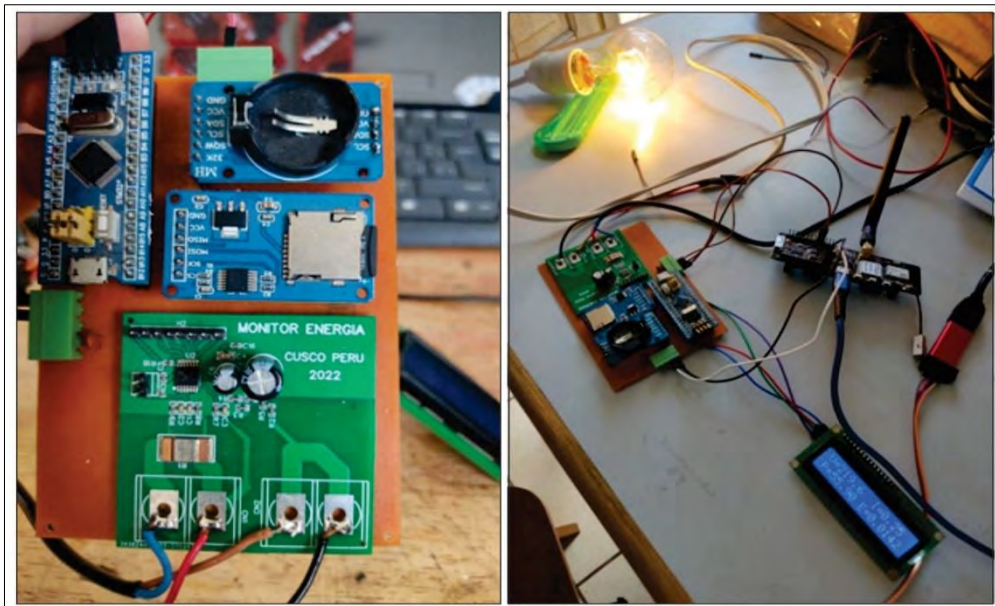


En la figura 60 observamos la comunicación de 115200 bits/s de 8 bits de tamaño por el puerto UART2.

3.4.3. Integración de hardware

En realizamos la integración de cada etapa elaborada, microcontrolador STM32, tarjeta sensor IC BL0940, LCD, memoria SD Y NODO y Nodo Módulo TTGO-TBEAM.

Figura 61
Integración del hardware



En la figura 61 podemos observar la integración del sistema y una primera prueba, donde pusimos como carga una Bombilla incandescente de 230 V, 50 W y 230 Lumen por lo cual obtenemos los siguientes resultados.

Tabla 17
Comparación de parámetros eléctricos de bombilla incandescente

Bombilla incandescente standard	Parámetro de fábrica - nominal	Parámetro de medición con nuestro medidor
Voltaje (V)	230	219.6
Corriente (A)	0.22	0.25
Potencia (W)	50	55.9

En la tabla 17 se observa que, los parámetros de medida guardan una relación con los parámetros de fábrica de la bombilla

3.4.4. Ensamblaje del instrumento de medición y comunicación LoRaWAN

Se realizó el ensamblaje en una caja de PBC con un grado de protección al polvo y la humedad.

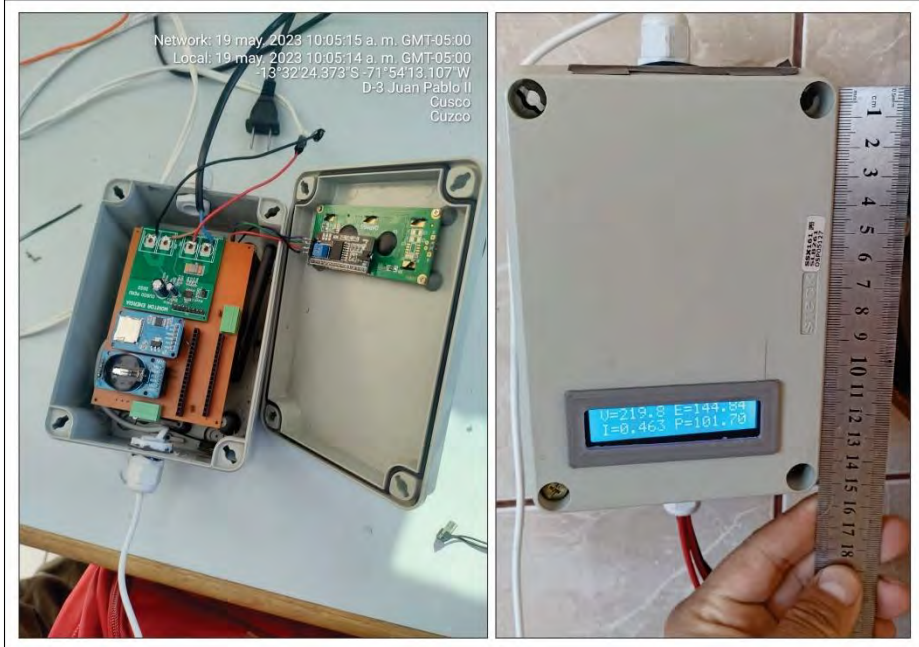
Primeramente, procedemos a integrar el NODO MÓDULO TTGO-TBEAM, luego la tarjeta del micro controlador STM32 y sus periféricos. Ver figura 62.

Figura 62
Ensamblaje del instrumento de medición



En segundo lugar, aseguramos el LCD en la tapa de la caja modular ya que es para visualizar la información. Ver figura 63.

Figura 63
Ensamblaje del equipo de medición



Especificaciones técnicas

Tabla 18
Especificaciones técnicas

Especificaciones técnicas		
Voltaje Nominal		220V
Corriente	Corriente Maxima	35A
	Corriente de Arranque	10mA
Consumo de energía	Tensión del circuito	$\leq 0.8, 7VA$
	Corriente del circuito	$\leq 0.2VA$
Frecuencia		50-60Hz
Display		LCD 16
Comunicación		Protocolo LoRaWAN
Rango de temperatura	funcionamiento	$-40 \sim +85 \text{ }^{\circ}C$
	Almacenamiento	$-55 \sim +150 \text{ }^{\circ}C$
Dimensiones	Ancho	8.5 cm
	Alto	15 cm
	Largo	11.3cm
Peso		450 gr

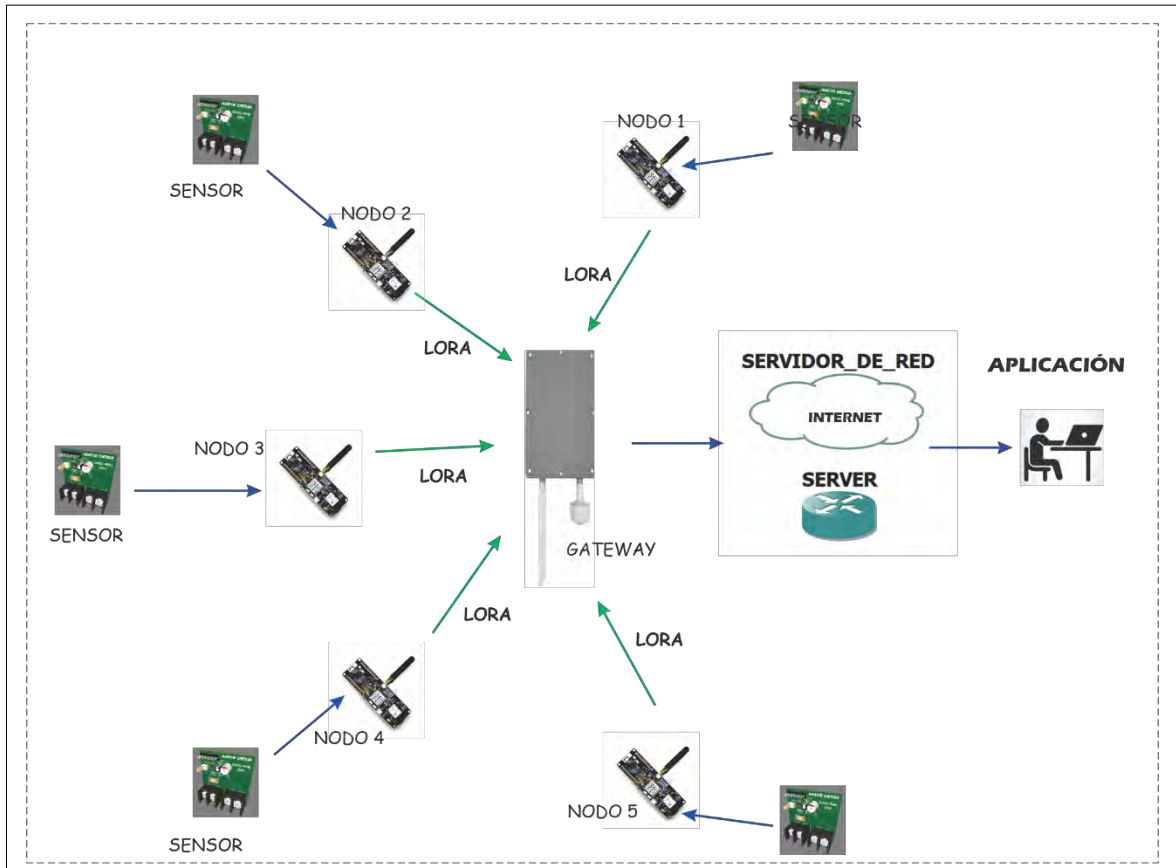
3.5. Diseño sistema de comunicación inalámbrica

3.5.1. Diseño de la red LoRaWAN

En el marco teórico se indica 3 tipos de topología para LoRaWAN, las cuales son: Punto a Punto, Mesh y Estrella; veamos la siguiente figura:

Figura 64

Escenario para el diseño de red LoRaWAN



Para realizar el diseño de la red según la figura 64, se considera la topología estrella y esta compone de:

- Puerta de Enlace
- Nodos Terminales
- Servidor de Red

En la tabla 16 podemos observar las características del Módulo Nodo TTGO – TBEAM y su elección frente a otros dispositivos de similares características.

3.5.2. Gateway LoRaWAN

En el mercado se encuentra una variedad de equipos Gateways LoRa compatibles con el protocolo LoRaWAN, para esta elección se ha considerado aspectos técnicos de compatibilidad y bajo costo. Veamos la tabla 19:

Tabla 19

Tipos de Gateway LoRaWAN

Características	RAK7268	Módulo MW1302	Dragino OLG02
Nº de Canales	8		2
Frecuencia	902-928MHz	902-928MHz	915-928MHz
Versiones LoRaWAN	(V1.0.3) y (V1.1) SX1302	(V1.0.3) y (V1.1) SX1302	SX1276/SX1278
Temperatura de Operación	10 a 55°C	10 a 55°C	40 a 85°C
Puerto	Ethernet	Ethernet-raspberry pi	Ethernet
Clases	Clase A, C	Clase A,B,C	Clase A, C
Integración con servidores	ChirpStack, TTN,MQTT	TTN	ChirpStack, TTN,MQTT
Precio referencial	S/. 1300	S/. 1290	S/. 475.79

Comparando las características, se eligió el Gateway Dragino OLG02 de 02 canales de interior porque cuenta con interfaz web, opciones de configuración e integraciones con el servidor de red. En cambio, el Modulo MW1302 requiere de la conexión e implementación con el Raspberry Pi el cual demanda mayores costos al sistema.

El Gateway RAK7268 y Dragino OLG02 son compatibles con la plataforma ChirpStark y para el sistema que he implementado con un solo nodo terminal, el Gateway dragino OLG02 cumple con los requisitos necesarios y es de bajo costo.

a. Hardware que se ha utilizado

El Gateway Dragino OLG02 de 2 canales.

Figura 65

Imagen del GateWay Dragino LG02 de 2 canales

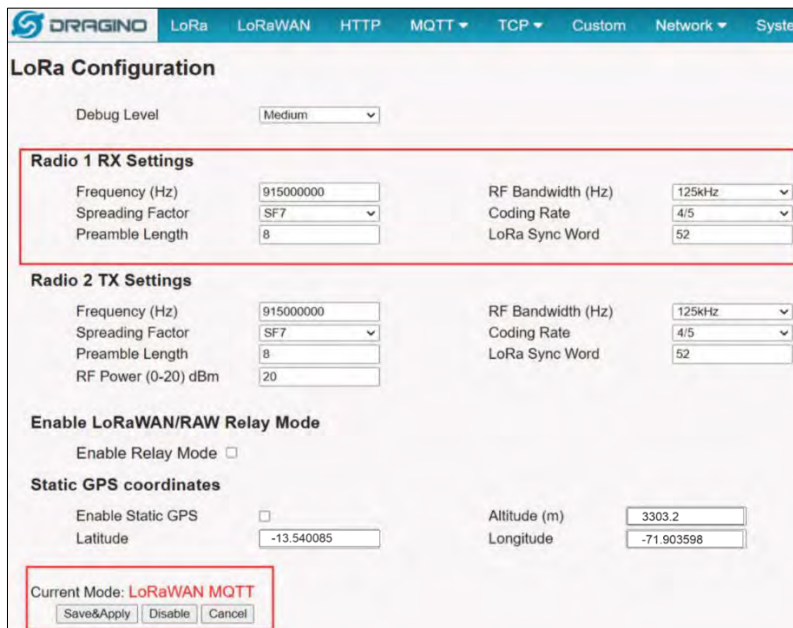


b. Configuración LoRa del gateway

Como estamos usando un gateway de dos canales, es necesario configurar la frecuencia exacta que vamos a utilizar en el nodo. Uno de los canales se utiliza para uplink y el otro para downlink. En esta ocasión solo utilizaremos el canal de uplink.

En nuestro caso la frecuencia es de 915000000 Hz. También configuramos los valores de SF, preámbulo, sincronización, coding rate y BW como se muestra en la figura 66.

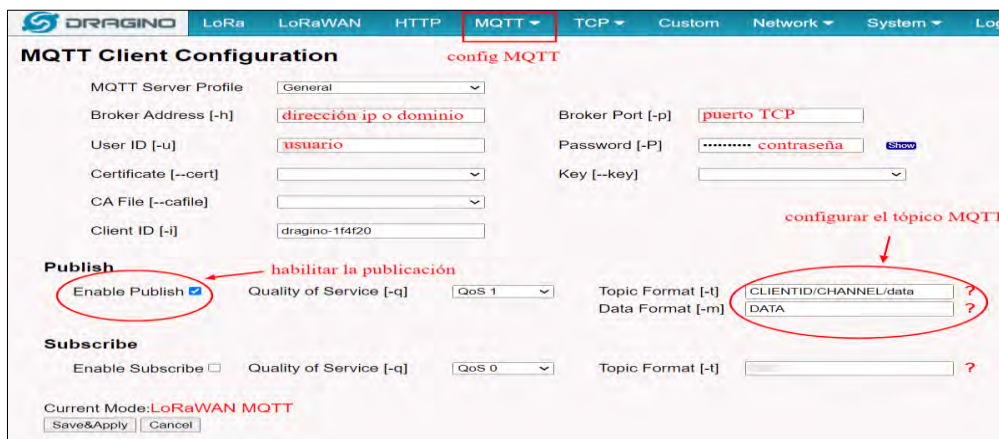
Figura 66
Configuración del GateWay Dragino LG02 de 2 canales



c. Configuración MQTT del Gateway

Aquí vamos a configurar el Gateway para que reenvíe las tramas LoRa a un bróker MQTT, para ello el payload del mensaje LoRa debe tener un formato determinado, veamos la siguiente figura:

Figura 67
Configuración MQTT en Dragino LG02



Seguidamente se configuró el canal, asignando el numero 0001 al canal local y al canal remoto, ver siguiente figura.

Figura 68
Configuración canal MQTT

MQTT Channel Management

Add Channel

Local ID:

Remote ID:

API Key:

Delete Channel

Local ID:

Channels Mapping:

Local ID	Remote ID	API Keys
0001	0001	

d. Probando la conectividad entre el nodo, GateWAY y bróker MQTT

En este proceso verificaremos el envío los mensajes LoRa del nodo al Gateway y finalmente enviando al bróker MQTT del servidor.

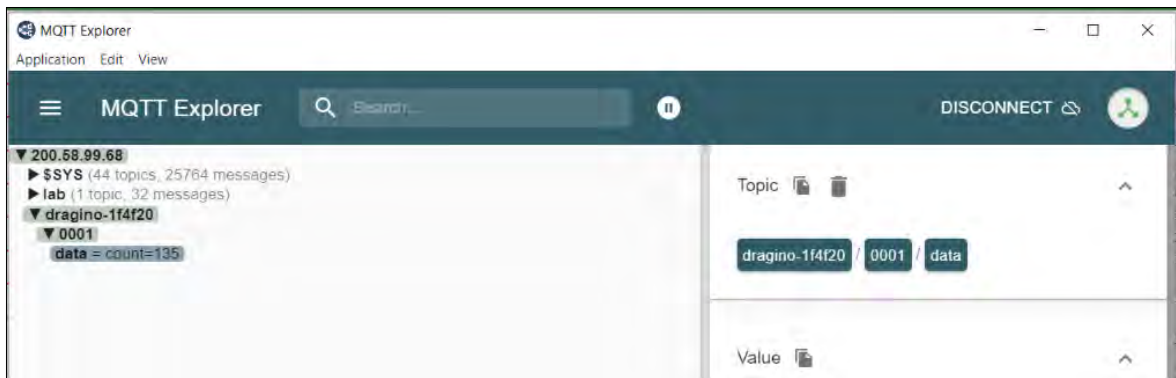
En la siguiente figura podemos ver que nuestro Gateway está recibiendo los mensajes LoRa, esto se verifica ingresando a la pestaña LogRead en panel de control del *Dragino LG02*, como se muestra en la figura 69.

Figura 69
Recepción de paquetes LoRa en el Gateway Dragino



Ahora nos toca verificar el envío de los mensajes MQTT, para esto se utilizó el aplicativo *MQTT Explorer*, dentro del aplicativo iniciamos la conexión al BROKER para verificar que los datos lleguen en el canal correspondiente, ver la siguiente figura.

Figura 70
Verificación de mensajes en el bróker MQTT



3.5.3. Cálculo de la cobertura de transmisión

El presupuesto de enlace de un sistema de red inalámbrico, es una medida de todas las ganancias y pérdidas desde el transmisor, canal de propagación, el receptor de destino.

Tabla 20
Características técnicas de los dispositivos de red

Características	Gateway Dragino LG02	NODO TTGO-TBEAN
-----------------	----------------------	-----------------

Ancho de banda	125 KHz	125 KHz
Potencia de transmisión	25 dBm	20 dBm
Sensibilidad de recepción	-140 dBm	-136 dBm
Perdidas por conexión	0.5 dB	0.5 dB
Ganancia de antena	15 dBi	7 dBi
Altura de la antena	21 m	1.5 m
Tipo de antena	Omnidireccional	3D

Para realizar el cálculo del presupuesto de enlace se necesita conocer la máxima perdida por trayectoria (PathLoss) esta viene dada por la siguiente relación.

$$PathLossMax(dB) = EiRPTx - SensibilidadRx$$

Donde:

PathLossMax: Máxima Perdida por Trayectoria.

EiRPTx: Potencia Isotrópica Radiada.

Sensibilidad Rx: sensibilidad de la antena receptora.

La potencia isotrópica Radiada equivalente está dada por la potencia de radio (PowerTx), la ganancia de la antena (G) y las perdidas (L). por lo tanto:

$$EiRPTx(dBm) = PowerTx(dBm) + G(dB) - L(dB)$$

La sensibilidad LoRa está dada por la siguiente ecuación (S. Corporation, 2015)

$$SensibilidadRx(dBm) = -147 + 10 \log(B) + SRN + NF$$

Donde:

B: Ancho de Banda del canal (Hz), 125 KHz.

SNR: Relación de señal ruido del modulador, -20Db para SF7.

NF: Figura de ruido, 6dB típica para LORA.

por lo tanto, reemplazando tenemos:

$$SensibilidadRx(dBm) = -147 + 10 \log(125) + (-20) + (6)$$

$$SensibilidadRx(dBm) = -137(dBm)$$

Tomando los parámetros de los equipos a emplearse, LoRaWAN y modulo concentrador para radio enlace uplink:

- Banda de frecuencia LORA: (915 – 928) MHz para la región.
- Sensibilidad de Rx : -137 dBm
- Potencia de Transmisión EIRP Tx: 14dBm limite recomendado, S. Corporation, 2015

Ahora reemplazamos en la ecuación de la máxima perdida por trayectoria (*PathLossMax*)

$$PathLossMax(dB) = EIRPTx - SensibilidadRx$$

$$PathLossMax(dB) = 14 + 137$$

$$PathLossMax(dB) = 151(dB)$$

Con este resultado entendemos que, existe la posibilidad de perderse aproximadamente unos 150(dB) entre la señal transmitida y señal recibida, esto indica la factibilidad de modular la señal, ahora tomaremos ecuación de pérdida de trayecto de espacio libre (FSPL), A. Guzman-Martinez, 2017.

$$FSPL(dB) = 20\log_{10}(d) + 20\log_{10}(f) + 32.44$$

Donde:

FSPL: Perdida de trayecto de espacio libre.

d: Distancia. (Km)

f: frecuencia (915 MHz).

$$151 = 20\log_{10}(d) + 20\log_{10}(915) + 32.44$$

$$151 = 20\log_{10}(d) + 20\log_{10}(915) + 32.44$$

$$151 = 20\log_{10}(d) + 59.2284 + 32.44$$

$$20\log_{10}(d) = 59.3316$$

$$\log_{10}(d) = 2.9665$$

$$d = 925.9km$$

Con la citada formula, se podría obtener un recorrido de la señal de 925.9 km y esta sería capaz de demodular, sin embargo, esa ecuación se calcula en un escenario de espacio libre y en la realidad no existe ese escenario así, más aún en zonas urbanas como lo es la ciudad del Cusco, por lo tanto, consideraremos pérdidas por multitrayecto, desvanecimiento, zonas de Fresnel, ruido electromagnético, etc. Y estos son provocados por una diversidad de obstáculos que se tiene en la ciudad, por lo tanto, consideraremos pérdidas provocadas por edificios con estructura de concreto que ronda los 20(dB), la ecuación de la máxima perdida por trayectoria (*PathLossMax*)

$$PathLossMax(dB) = E_i R P T_x - SensibilidadRx - 20$$

$$PathLossMax(dB) = 14 - (-137) - 20$$

$$PathLossMax(dB) = 131(dB)$$

Con este valor obtenido, podemos aplicar el modelo de Okumura-Hata Cost 231, es un modelo de propagación de radio, dentro del rango de frecuencias 800 Mz – 2000 MHz, este modelo nos ayudara a calcular la distancia entre la estación base GATEWAY y el dispositivo NODO LORA, veamos la relación del modelo matemático:

$$L(dB) = 46.3 + 33.9 \log_{10}(f) - 13.28 \log_{10}(h_b) - a(h_m) + (44.9 - 6.55 \log_{10}(h_b)) \times \log_{10}(d)$$

Donde:

L(dB) : máxima perdida por trayectoria (PathLossMax).

f : frecuencia de transmisión (MHz)

h_b : Altura de la antena del GATEWAY en referencia al piso (metros)

h_m : Altura de la antena del NODO en referencia al suelo (metros)

a(h_m): factor de corrección de altura de la antena.

d : distancia de GATEWAY al NODO (Km)

El modelo de Okumura-Hata Cost también considera una relación para hallar el factor de corrección $a(h_m)$, para una ciudad mediana como el Cusco usamos la siguiente equivalencia.

$$a(h_m) = (1.1 \log_{10}(f) - 0.7)(h_m) - 1.56 \log_{10}(f) + 0.8$$

Para nuestro caso debemos de estimar valores:

h_b : Altura de la antena del GATEWAY es de 30 metros

h_m : Altura de la antena del NODO es de 1.5 metros

f :915MHz

$$a(h_m) = (1.1 \log_{10}(915) - 0.7)(1.5) - 1.56 \log_{10}(915) + 0.8$$

$$a(h_m) = (2.5576)(1.5) - 4.6198 + 0.8$$

$$a(h_m) = 0.01658309326$$

En la ecuación del modelo de Okumura cost 231

$$L(dB) = 46.3 + 33.9 \log_{10}(f) - 13.28 \log_{10}(h_b) - a(h_m) + (44.9 - 6.55 \log_{10}(h_b)) \times \log_{10}(d)$$

$$L(dB) = 46.3 + 33.9 \log_{10}(915) - 13.28 \log_{10}(30) - 0.0166 + (44.9 - 6.55 \log_{10}(30)) \times \log_{10}(d)$$

$$L(dB) = 46.3 + 100.3922 - 19.6162 - 0.0166 + (35.2249) \times \log_{10}(d)$$

$$L(dB) = 127.06 + (35.2249) \times \log_{10}(d)$$

$$131 = 127.06 + (35.2249) \times \log_{10}(d)$$

$$0.11185 = \log_{10}(d)$$

$$d = 1.294 \text{ Km.}$$

Con el resultado de la ecuación se espera alcanzar un radio de cobertura de 1.294 Km para la recolección de datos

Justificación del modelo de Okumura-Hata Cost, para entornos urbanos macrocelulares.

Este tipo de modelos sirven para predecir las pérdidas de propagación en células grandes de los sistemas de comunicaciones móviles. Algunos de ellos sirven también para entornos rurales, en particular para pueblos y pequeñas urbanizaciones. Estos modelos se conocen como: Okumura-Hata, Walfisch-Bertoni, Walfisch-Ikegami o COST-231. (García, 2020)

Por lo tanto, el modelo de propagación utilizado en las tecnologías LORA es **Okumura-Hata Cost**, tanto para entornos rurales y entornos urbanos.

3.6. Visualización remota del registro a distancia del consumo de energía eléctrica

3.6.1. Soporte para el sistema - servidor de red LoRaWAN

Para el soporte del servidor se utilizó el proveedor de servicios virtuales de la compañía *DigitalOcean*, su plataforma tiene un diseño de fácil uso y a la vez nos proporciona una amplia gama de soluciones, incluyendo servidores virtuales (droplets), almacenamiento, bases de datos, redes y más. El cual nos permite el acceso con un usuario y contraseña, ver la figura 71:

Figura 71

Acceso al proveedor de servicios DigitalOcean.

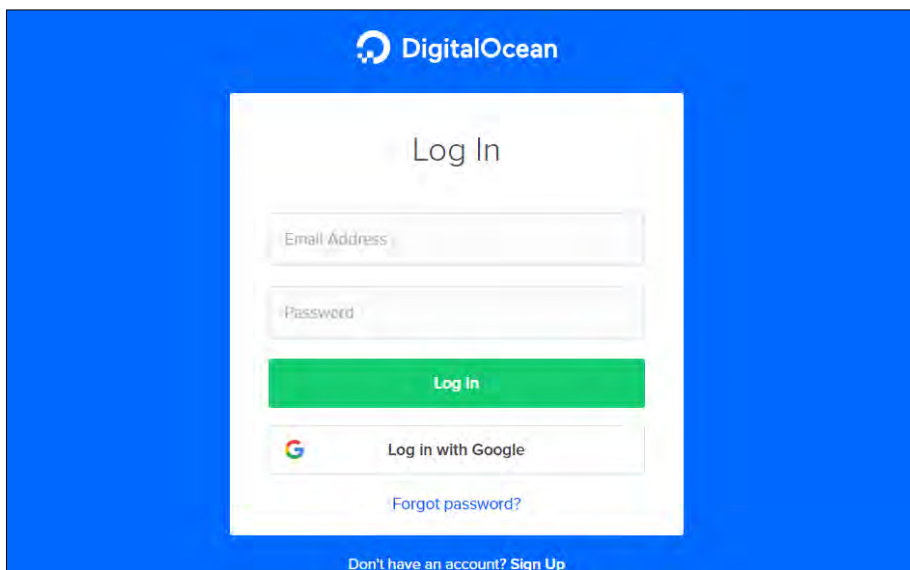
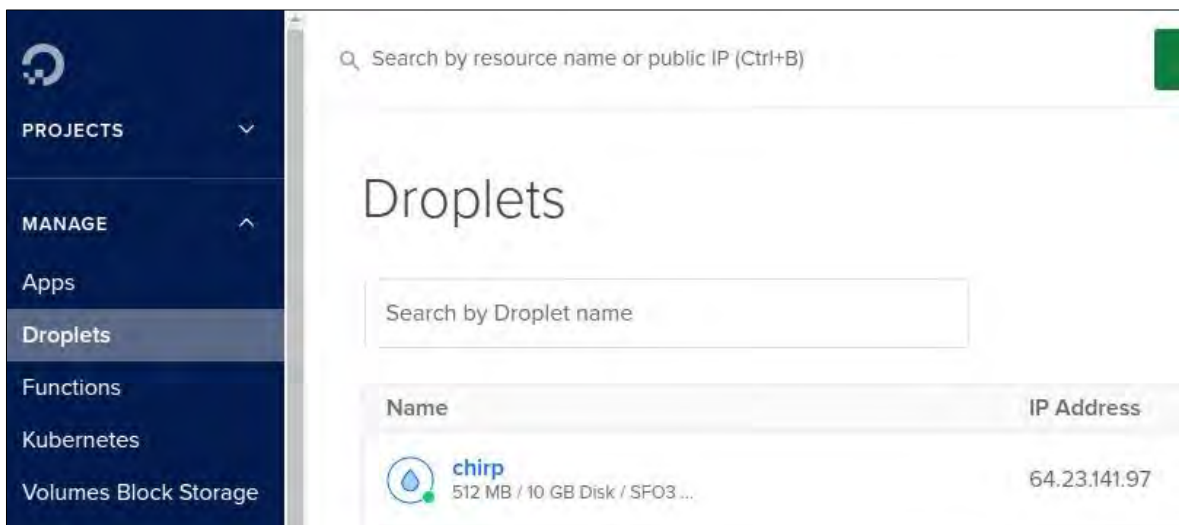


Figura 72

Acceso al proveedor de servicios DigitalOcean



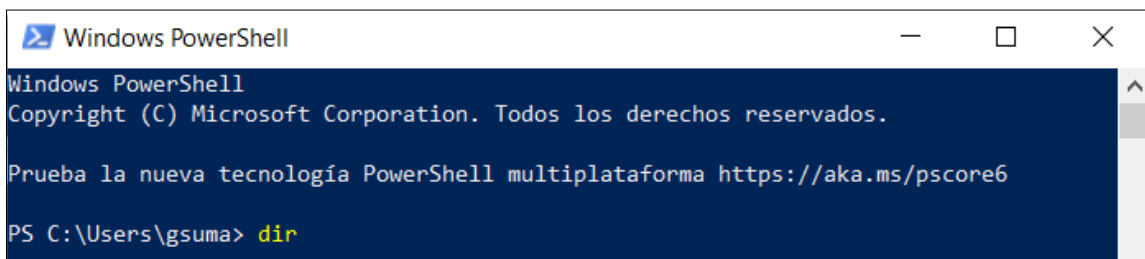
Una vez ingresado al panel de control accedemos a nuestro servidor Chirptarck, servidor que usamos para la gestión del sistema de comunicación mediante LoRaWAN.

Para lo cual necesitamos la herramienta “*ssh root@*”, el IP de acceso “*64.23.141.97*” y la contraseña “*******”

Para acceder a nuestro servidor en “*DigitalOcean*” desde una computadora local usamos el terminal de windows “*power shell*” y el protocolo *SSH*, ver la siguiente figura:

Figura 73

Panel de control de terminal de Windows Power Shell



```
Windows PowerShell
Copyright (C) Microsoft Corporation. Todos los derechos reservados.

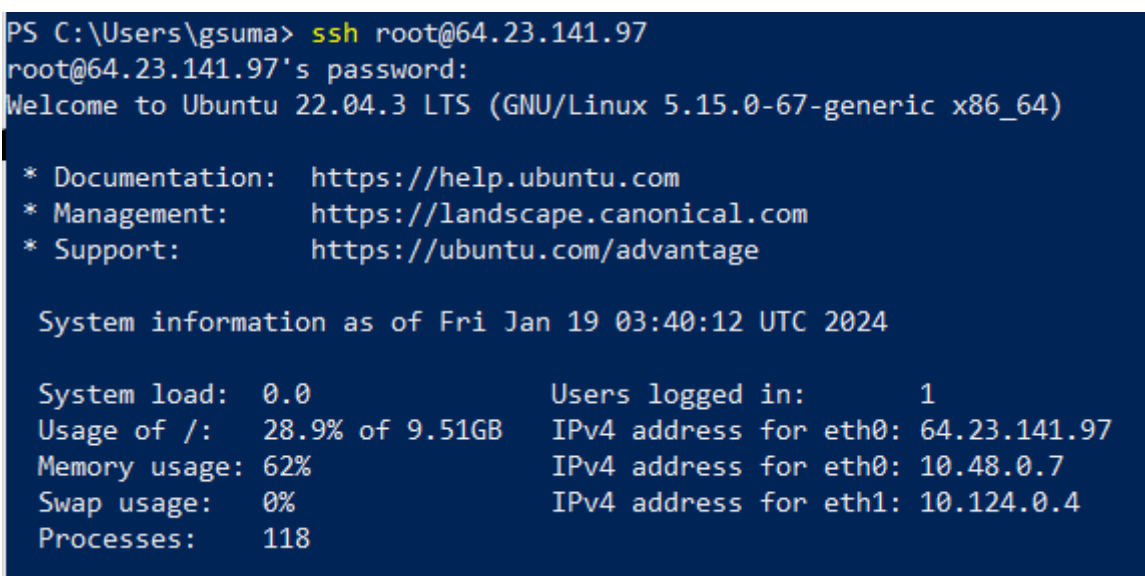
Prueba la nueva tecnología PowerShell multiplataforma https://aka.ms/pscore6

PS C:\Users\gsuma> dir
```

mediante el comando *ssh root@64.23.141.97*, la IP proporcionada por DigitalOcean y una contraseña “*******” accedemos a nuestro servidor ChirpStarck, ver la figura 73:

Figura 74

Acceso y Características del servidor



```
PS C:\Users\gsuma> ssh root@64.23.141.97
root@64.23.141.97's password:
Welcome to Ubuntu 22.04.3 LTS (GNU/Linux 5.15.0-67-generic x86_64)

 * Documentation:  https://help.ubuntu.com
 * Management:    https://landscape.canonical.com
 * Support:       https://ubuntu.com/advantage

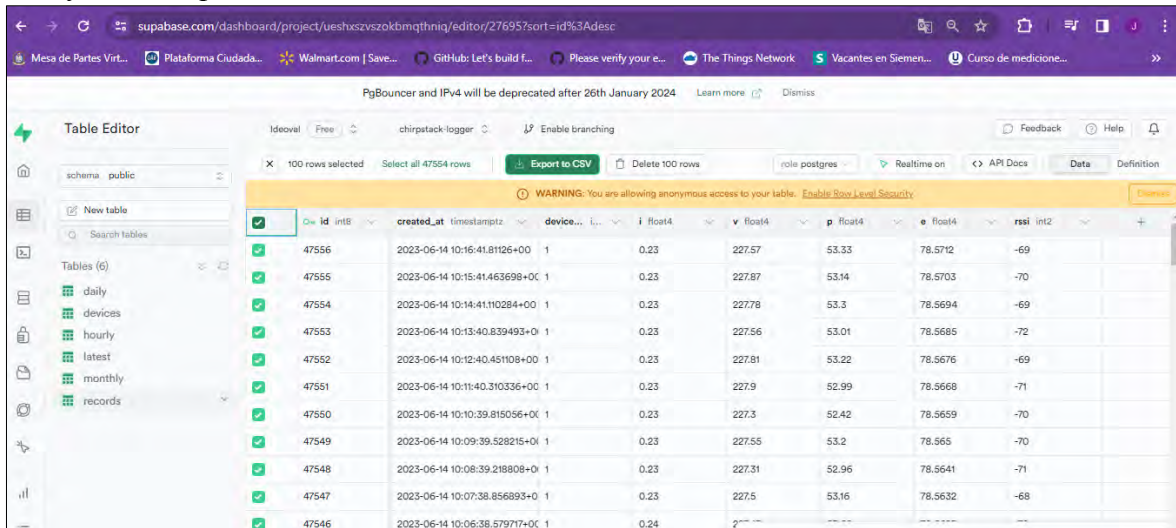
System information as of Fri Jan 19 03:40:12 UTC 2024

System load:  0.0           Users logged in:      1
Usage of /:   28.9% of 9.51GB IPv4 address for eth0: 64.23.141.97
Memory usage: 62%          IPv4 address for eth0: 10.48.0.7
Swap usage:   0%           IPv4 address for eth1: 10.124.0.4
Processes:   118
```

El comando que realiza la captura de datos del internet o nube es “*nano chirpstack-logger/api/adapter.js*”, ver la siguiente figura74: (I. N de estadística e Informática, 2016).

y el intermediario llamado BROKER quien almacena datos hasta ser consumidos. Por lo tanto, hacemos uso de la Plataforma “Supabase”, ver la siguiente figura 77

Figura 77
Plataforma “Supabase”



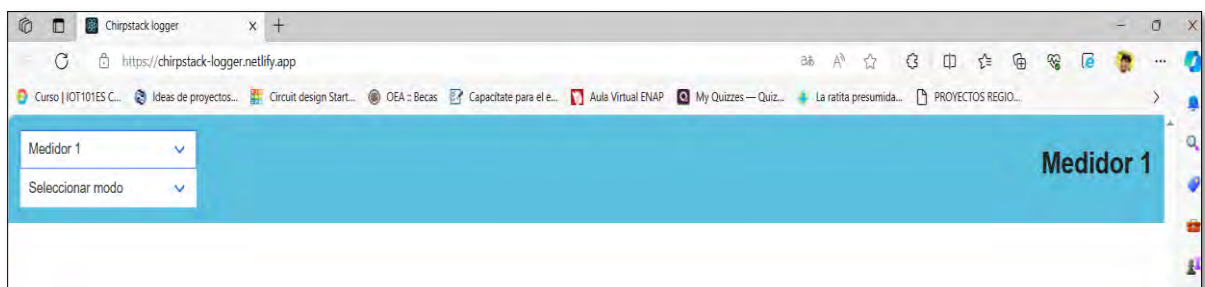
3.6.2. Interfaz visual

El servidor ChirpStack nos proporciona la herramienta gráfica para la gestión y supervisión de nuestro sistema, veamos el siguiente enlace de configuración:

<https://github.com/ideoval/chirpstack-logger/blob/master/src/components/Plot.jsx>

La interfaz web diseñada permite visualizar el estado actual y la ubicación del nodo sensor, mostrando el estado de los parámetros de energía eléctrica

Figura 78
Presentación en modo escritorio



El entorno visual se muestra en la figura 78, la aplicación deberá mostrar voltaje, corriente, potencia, energía y RSSI.

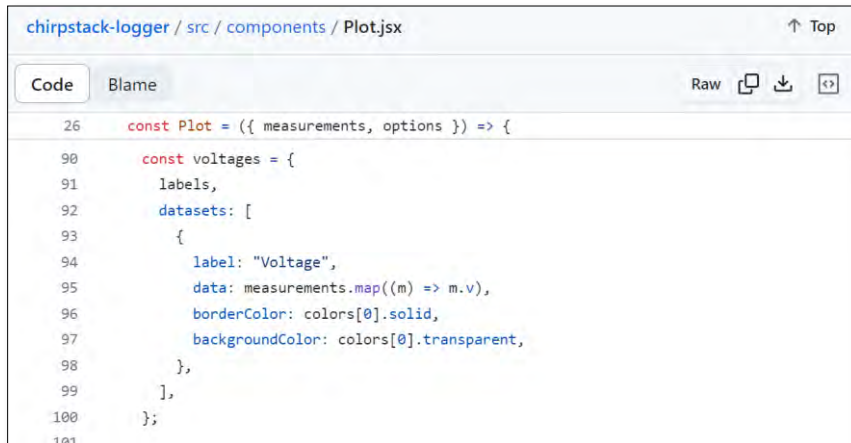
Configuración para visualización de cada parámetro

Esta configuración se realiza mediante código de programación C,

Voltaje

Figura 79

Configuración entorno virtual - voltaje



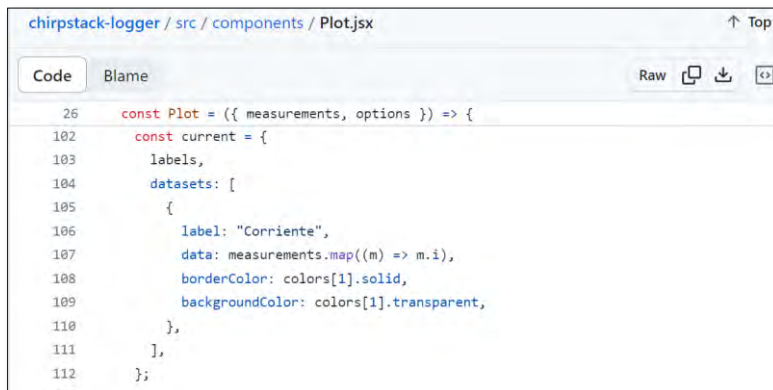
```
chirpstack-logger / src / components / Plot.jsx
Code Blame Raw [copy] [download] [refresh]
26 const Plot = ({ measurements, options }) => {
90   const voltages = {
91     labels,
92     datasets: [
93       {
94         label: "Voltage",
95         data: measurements.map((m) => m.v),
96         borderColor: colors[0].solid,
97         backgroundColor: colors[0].transparent,
98       },
99     ],
100   };
101 }
```

En la figura 79 tenemos la configuración para entorno visual del parámetro voltaje, esta es capaz de mostrar mediante un gráfico valores de voltaje frente al tiempo cada minuto

Corriente

Figura 80

Configuración entorno virtual - corriente



```
chirpstack-logger / src / components / Plot.jsx
Code Blame Raw [copy] [download] [refresh]
26 const Plot = ({ measurements, options }) => {
102   const current = {
103     labels,
104     datasets: [
105       {
106         label: "Corriente",
107         data: measurements.map((m) => m.i),
108         borderColor: colors[1].solid,
109         backgroundColor: colors[1].transparent,
110       },
111     ],
112   };
113 }
```

En la figura 80 tenemos la configuración para entorno visual del parámetro corriente, esta es capaz de mostrar mediante un gráfico valores de corriente frente al tiempo cada minuto

Potencia

Figura 81

Configuración entorno virtual - potencia

```
chirpstack-logger / src / components / Plot.jsx ↑ Top  
  
Code Blame Raw     
  
26   const Plot = ({ measurements, options }) => {  
114     const power = {  
115       labels,  
116       datasets: [  
117         {  
118           label: "Potencia",  
119           data: measurements.map((m) => m.p),  
120           borderColor: colors[2].solid,  
121           backgroundColor: colors[2].transparent,  
122         }],  
123       ],  
    }  
  }  
}
```

En la figura 81 tenemos la configuración para entorno visual del parámetro potencia, esta es capaz de mostrar mediante un gráfico valores de potencia frente al tiempo cada minuto

Energía.

Figura 82

Configuración entorno virtual - energía

```
chirpstack-logger / src / components / Plot.jsx ↑ Top  
  
Code Blame Raw     
  
26   const Plot = ({ measurements, options }) => {  
126     const energy = {  
127       labels,  
128       datasets: [  
129         {  
130           label: "Energia",  
131           data: measurements.map((m) => m.e),  
132           borderColor: colors[3].solid,  
133           backgroundColor: colors[3].transparent,  
134         }],  
135       ],  
    }  
  }  
}
```

En la figura 82 tenemos la configuración para entorno visual del parámetro energía, esta es capaz de mostrar mediante un gráfico valores de energía frente al tiempo cada minuto

Figura 83
Configuración entorno virtual - RSSI

```
chirpstack-logger / src / components / Plot.jsx ↑ Top
Code Blame Raw [ ] [ ] [ ]
26   const Plot = ({ measurements, options }) => {
149
150   const rssi = {
151     labels,
152     datasets: [
153       {
154         label: "rssi",
155         data: measurements.map((m) => m.rssi),
156         borderColor: colors[4].solid,
157         backgroundColor: colors[4].transparent,
158       },
159     ],
160   };
```

En la figura 83 tenemos la configuración para entorno visual del parámetro RSSI, esta es capaz de mostrar mediante un gráfico valores de RSSI frente al tiempo cada minuto

En la figura 84 podemos observar el entorno visual del medidor, el cual cuenta con dos pestañas selectivas, la primera es para la elección del medidor y la segunda es para la elección de lectura por periodos, pudiendo seleccionar las lecturas recientes, lecturas por hora, lecturas por días y lectura mensual:

Figura 84
Panel virtual y menú de opciones



CAPITULO IV: PRUEBAS Y RESULTADOS

4.1.Pruebas de cobertura

Para el desarrollo de las pruebas experimentales se estableció una red de topología estrella con 5 puntos de ubicación de nodos y la ubicación del Gateway Dragino LG02 en el centro. Los puntos están ubicados de acuerdo a la tabla N° 24, cada punto tiene diferente distancia desde el punto del Gateway. El Gateway está ubicado a 21 metros del suelo y los nodos a 1.5 a 2 metros del nivel del piso según corresponda el lugar, estos nodos están a 24, 95, 284, 773 y 1431 metros respectivamente, ver tabla N° 24.

La recolección de datos se realizó en puntos fijos y los datos podemos extraerlos de dos maneras diferentes:

- El equipo de teledioda nos brinda datos de extracción manual en formato *.csv (TEST_MEDIDOR.csv) en una memoria de almacenamiento del tipo SD 32GB.
- El sistema remoto también nos brinda la información en formato *.csv (records_rows.csv) almacenada en el servidor. La figura 85 muestra la aplicación donde podemos acceder a los datos recolectados. (enlace: <https://supabase.com/dashboard/project/ueshxszvzszokbmqthniq/editor/27695?sort=id%3Adesc>).

Figura 85
Aplicación de Supabase

id	created_at	device	i	v	p	e	rssi
48877	2024-01-23 14:55:24.812183+00	1	0.51	220.53	111.6	150.523	-76
48876	2024-01-23 14:53:24.140162+00	1	0.51	219.13	111.34	150.519	-69
48875	2024-01-23 14:52:23.911459+00	1	0.51	219.43	111.28	150.517	-73
48874	2024-01-23 14:51:23.393849+00	1	0.5	220.32	109.34	150.515	-72
48873	2024-01-23 14:50:25.706026+00	1	0.49	220.48	108.79	150.514	-76
48872	2024-01-23 14:49:25.472618+00	1	0.49	220.54	108.77	150.512	-76
48871	2024-01-23 14:48:25.17207+00	1	0.51	220.64	111.79	150.51	-73
48870	2024-01-23 14:47:22.129843+00	1	0.49	219.7	107.22	150.508	-75
48869	2024-01-23 14:46:21.75189+00	1	0.49	219.88	108.74	150.506	-73
48868	2024-01-23 14:45:21.407359+00	1	0.49	219.3	107.58	150.504	-75
48867	2024-01-23 14:42:20.362276+00	1	0.47	222.26	105.24	150.499	-72
48866	2024-01-23 14:40:19.746789+00	1	0.47	222.98	105.01	150.496	-73
48865	2024-01-23 14:38:19.033009+00	1	0.49	223.23	109.29	150.492	-78
48864	2024-01-23 14:35:17.958834+00	1	0.48	219.98	109.29	150.492	-76
48863	2024-01-23 14:33:17.322816+00	1	0.48	221.68	109.29	150.492	-76

En la figura 85 podemos verificar los datos de tensión, corriente, potencia y energía. Estos datos son enviados desde el medidor de teled medida y el parámetro RSSI viene desde el Gateway Dragino LG02, ya que se trata del indicador de intensidad de la señal recibida.

4.2. Análisis de los resultados de cobertura

Para realizar el análisis de cobertura se cuantificó los paquetes recibidos y los niveles de RSSI en función de la distancia recorrida. Después de haber realizado los recorridos en cada ubicación de nodo final, se realizó el siguiente análisis con los resultados obtenidos.

Figura 86

Posición de los 5 nodos y GateWAY

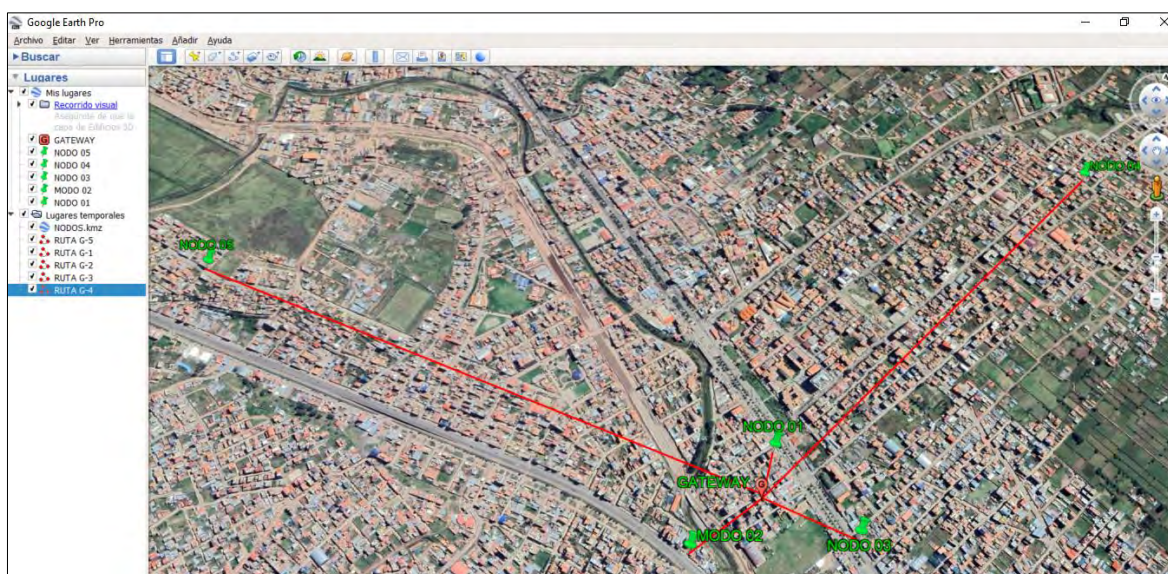


Tabla 22

Resultado de cobertura, error en la transmisión y RSSI

UBICACIÓN	LONGITUD	LATITUD	DISTANCIA (m)	ERROR EN LA TRANSMISIÓN (%)	RSSI TELEMEDIDA dBm	RSSI Radio Mobile dBm
Gateway	13°32'23.73"S	71°54'14.15"O	0	-	-	-
Nodo 1	13°32'20.52"S	71°54'13.72"O	54	1.27%	-71.13	-39.93
Nodo 2	13°32'30.03"S	71°54'16.42"O	95	4.73%	-70.24	-41.56
Nodo 3	13°32'24.94"S	71°54'5.53"O	284	4.65%	-70.57	-40.45
Nodo 4	13°31'45.20"S	71°53'57.85"O	773	23.90%	-82.60	-62.96
Nodo 5	13°32'24.28"S	71°55'3.49"O	1431	100.00%	0.00	-109.02

En la tabla 21 podemos observar el error en la transmisión y el promedio de RSSI. Entre el Gateway y el Nodo 1 el error es 1.27% a 54 metros de distancia; y el error máximo es de 100% a una distancia de 1431 metro (entre el Gateway y el Nodo 5).

Respecto a la potencia de recepción RSSI en las ubicaciones del nodo 1 al 4 encontramos conectividad ya que el RSSI para cada uno es mayor a -140 dBm. Por otro lado, en la ubicación del nodo 5, a una distancia de 1431 metros del Gateway, el RSSI es de -169.67 dBm, menor a -140 dBm, lo que indica que no tenemos conectividad.

4.3. Error en la transmisión

Este error se a calculado mediante una comparación de la cantidad de datos recolectados en un periodo de tiempo determinado entre del archivo fuente *.csv (TEST_MEDIDOR.csv) que proviene de la memoria SD 32GB del nodo y el archivo *.csv (records_rows.csv) almacenada en el servidor, veamos la figura 22

Tabla 21

Archivo de datos fuente frente a archivo de datos remoto

Remoto *.csv (records_rows.csv)								Memoria SD *.csv (TEST_MEDIDOR.csv)							
id	fecha	i	v	p	e	rsi	error	id	fecha	v	i	p	e		
1	14/06/2023 05:16	0.23	227.57	53.33	78.5712	-69		14/06/2023	05:16:22 a. m.	227.6	0.23	53.33	78.5712		
2	14/06/2023 05:15	0.23	227.87	53.14	78.5703	-70		14/06/2023	05:15:22 a. m.	227.9	0.23	53.14	78.5703		
3	14/06/2023 05:14	0.23	227.78	53.3	78.5694	-69		14/06/2023	05:14:21 a. m.	227.8	0.23	53.3	78.5694		
4	14/06/2023 05:13	0.23	227.56	53.01	78.5685	-72		14/06/2023	05:13:21 a. m.	227.6	0.23	53.01	78.5685		
5	14/06/2023 05:12	0.23	227.81	53.22	78.5676	-69		14/06/2023	05:12:21 a. m.	227.8	0.23	53.22	78.5676		
6	14/06/2023 05:11	0.23	227.9	52.99	78.5668	-71		14/06/2023	05:11:21 a. m.	227.9	0.23	52.99	78.5668		
7	14/06/2023 05:10	0.23	227.3	52.42	78.5659	-70		14/06/2023	05:10:20 a. m.	227.3	0.23	52.42	78.5659		
8	14/06/2023 05:09	0.23	227.55	53.2	78.565	-70		14/06/2023	05:09:20 a. m.	227.5	0.23	53.2	78.565		
9	14/06/2023 05:08	0.23	227.31	52.96	78.5641	-71		14/06/2023	05:08:20 a. m.	227.3	0.23	52.96	78.5641		
10	14/06/2023 05:07	0.23	227.5	53.16	78.5632	-68		14/06/2023	05:07:19 a. m.	227.5	0.23	53.16	78.5632		
11	14/06/2023 05:06	0.24	227.43	53.58	78.5623	-72		14/06/2023	05:06:19 a. m.	227.4	0.24	53.58	78.5623		
12	14/06/2023 05:05	0.23	227.27	53.14	78.5614	-70		14/06/2023	05:05:19 a. m.	227.3	0.23	53.14	78.5615		
13	14/06/2023 05:04	0.23	227.07	53.07	78.5606	-70		14/06/2023	05:04:18 a. m.	227.1	0.23	53.07	78.5606		
14	14/06/2023 05:03	0.23	226.59	53.16	78.5597	-69		14/06/2023	05:03:18 a. m.	226.6	0.23	53.16	78.5597		
15	14/06/2023 05:02	0.23	226.69	53.05	78.5588	-69		14/06/2023	05:02:18 a. m.	226.7	0.23	53.05	78.5588		
16	14/06/2023 05:01	0.24	226.3	53.37	78.5579	-71		14/06/2023	05:01:17 a. m.	226.3	0.24	53.37	78.5579		
17	14/06/2023 05:00	0.24	226.57	53.46	78.557	-72		14/06/2023	05:00:17 a. m.	226.6	0.24	53.46	78.557		
18	14/06/2023 04:59	0.24	226.19	53.31	78.5561	-69		14/06/2023	04:59:17 a. m.	226.2	0.24	53.31	78.5561		
19	14/06/2023 04:58	0.24	226.64	53.33	78.5552	-70		14/06/2023	04:58:16 a. m.	226.6	0.24	53.33	78.5552		
20	14/06/2023 04:57	0.24	227.08	53.83	78.5544	-71		14/06/2023	04:57:16 a. m.	227.1	0.24	53.83	78.5544		
21	14/06/2023 04:56	0.24	226.82	53.54	78.5535	-69		14/06/2023	04:56:16 a. m.	226.8	0.24	53.54	78.5535		
22	14/06/2023 04:55	0.23	226.33	52.06	78.5526	-69		14/06/2023	04:55:15 a. m.	226.3	0.23	52.06	78.5526		
23	14/06/2023 04:54	0.23	227.30	53.33	78.5517	-70		14/06/2023	04:54:15 a. m.	227.4	0.23	53.33	78.5517		

En la tabla 22 verificando el archivo fuente y el archivo de datos remoto, observamos que la información RSSI solamente se encuentra en el archivo remoto *.csv (records_rows.csv) debido a que esta información es del Gateway Dragino OLG02 que viene a ser la conexión con el nodo.

4.4. RSSI de dragino OLG02

En la configuración de la plataforma del DRAGINO OLG02 mediante usuario y contraseña habilitamos el descifrado ABP.

Figura 87

Panel de configuración DRAGINO OLG 02

Dev ADDR	APP Session Key	Network Session Key	Decoder
018229BB	BFF2CA2C7191F895365CCF822C3224D1	2541B4A7145935927399358617651B9B	Dragino_LHT65
2602111D	B317F8147A43278A6A31C4473D555D33	72326395DD8FE2B21366E435938F55DF	ASCII

En la figura 87 cuando este nodo final (Dev Addr=2602111D) envía un paquete de enlace ascendente. Cuando este paquete llegue al OLG02 lo decodificará y colocará los datos de decodificación en el archivo `/var/iot/channels/2602111D`.

Podemos ver el log del OLG02 para saber que llega el paquete mediante el comando "`logread -f`"

```
root@dragino-1d25dc:~# hexdump /var/iot/channels/2602111D
00000000 4646 4646 4646 3946 3030 3030 3030 3546
00000100 cc0c 0b63 0266 017f ff7f ff00
000001c0
```

Aquí podemos observar y decodificar el valor de RSSI en cada envío de datos:

RSSI : 4646 4646 4646 3946 = 0xFFFF FF9F: Entonces RSSI = (0xFFFF FF9F - 0x100000000) = -97dBm.

SNR : 3030 3030 3030 3546 = 0x0000 005F = 95, es necesario dividir 10 para que SNR sea 9,5.

Carga útil : 0xcc0c 0b63 0266 017f ff7f ff00

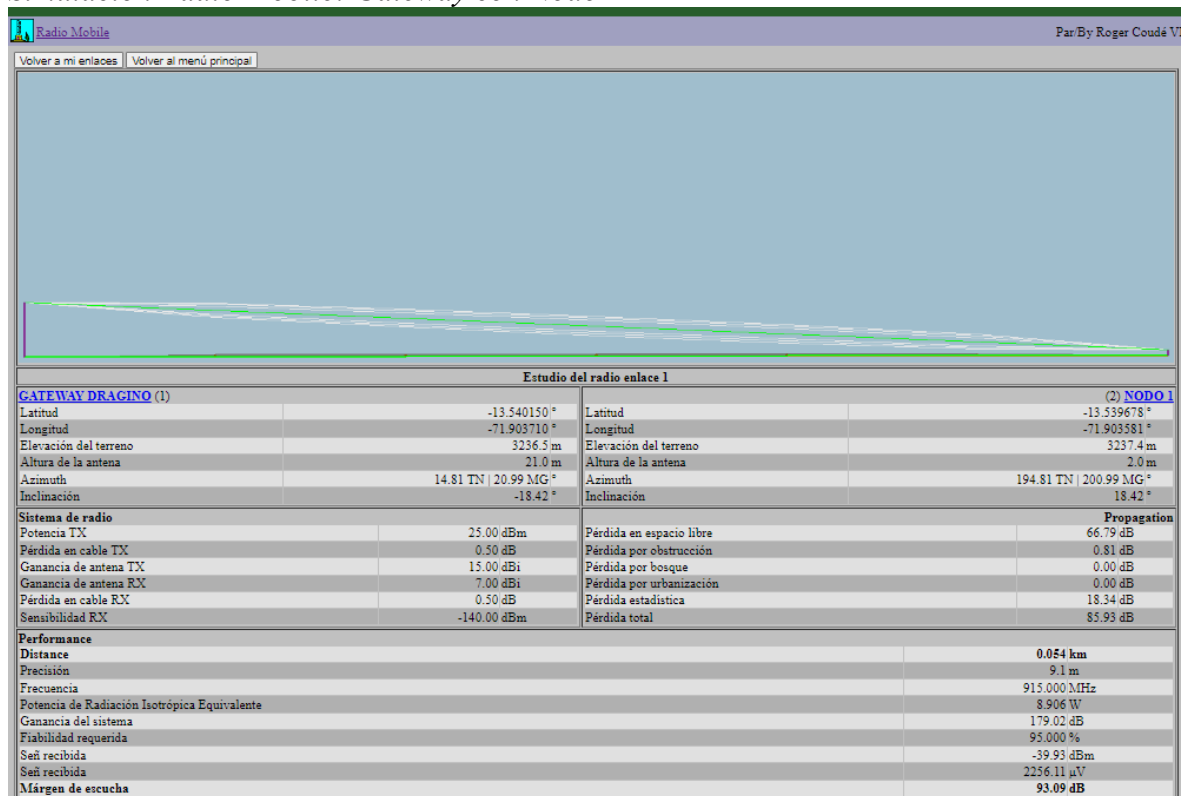
4.5. RSSI del Radio Mobile

La intensidad de la señal recibida depende de varios factores, como la potencia de transmisión del emisor, la ganancia de la antena del transmisor y del receptor, el efecto del terreno, la distancia entre el transmisor y el receptor, y las condiciones atmosféricas.

Radio Mobile el modelo de propagación de dos rayos (Two-Ray Ground) o el modelo de propagación de Hata, para estimar la pérdida de señal en función de la distancia y otros parámetros del entorno. A partir de esta pérdida de señal estimada, se puede calcular o estimar el RSSI en el receptor.

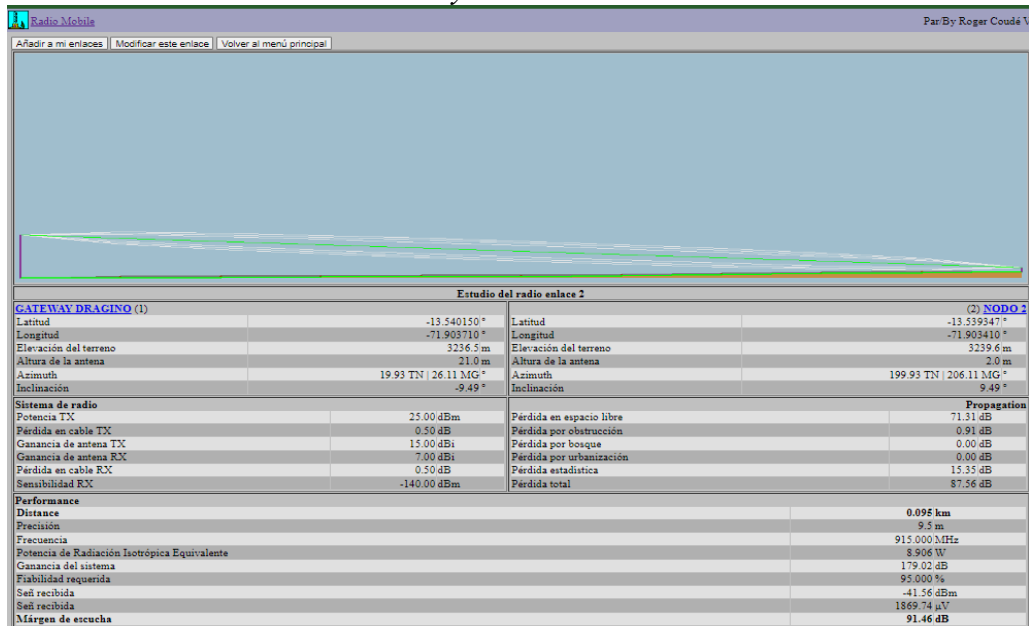
Es importante tener en cuenta que Radio Mobile es una herramienta de modelado y planificación, por lo que los valores de RSSI calculados son estimaciones teóricas basadas en los modelos de propagación y los parámetros de entrada proporcionados por el usuario. Los valores reales de RSSI pueden variar en función de las condiciones del entorno y otros factores no considerados en el modelado.

Figura 88
Simulación Radio Mobile: Gateway con Nodo 1



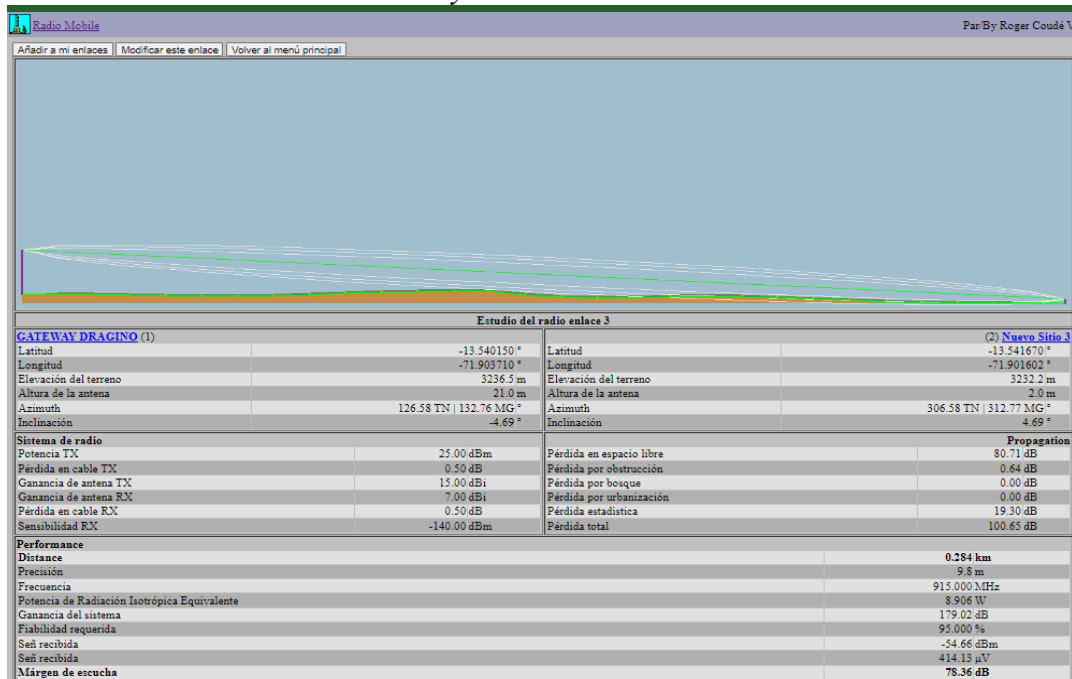
En la figura 88 podemos observar la zona de Fresnel despejada y libre de obstáculos que pudieran causar reflexiones y refracciones, asimismo, tenemos una pérdida total de 85.93 dB y RSSI de -39.93 dBm lo que nos garantiza calidad en la transmisión en este enlace

Figura 87
Simulación Radio Mobile: Gateway con Nodo 2



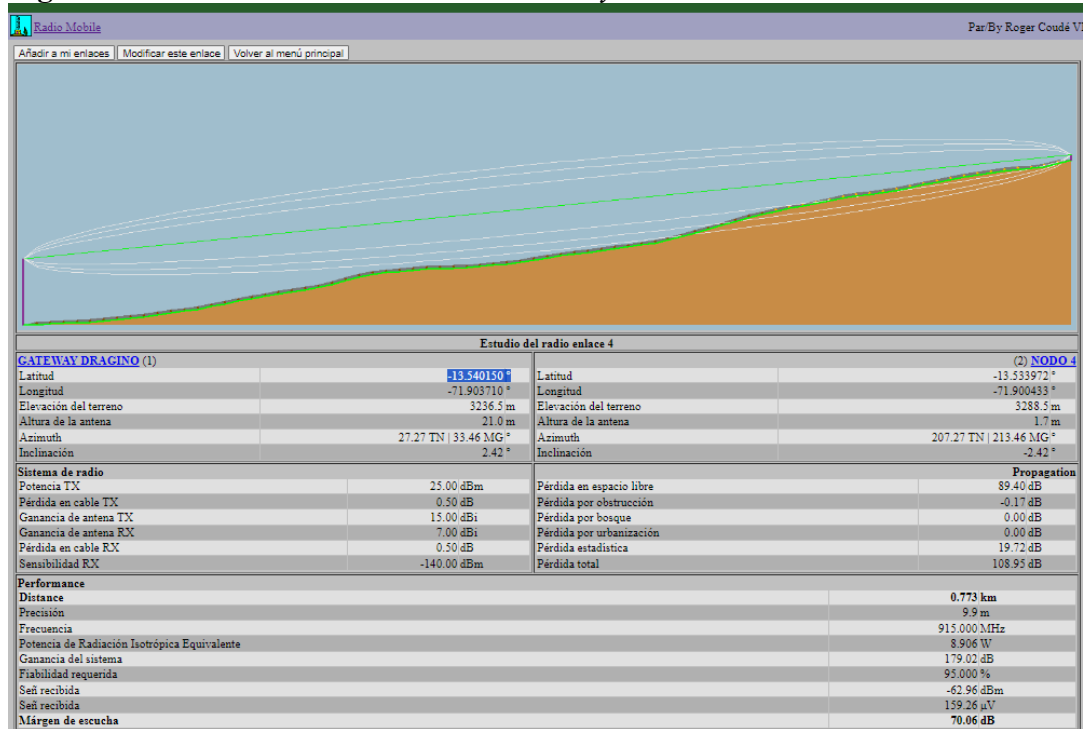
En la figura 88 podemos observar la zona de Fresnel despejada y libre de obstáculos que pudieran causar reflexiones y refracciones, asimismo, tenemos una pérdida total de 87.56 dB mayor al de la figura 87, sin embargo el RSSI de -40.56 dBm lo que nos garantiza calidad en la transmisión en este enlace

Figura 88
Simulación Radio Mobile: Gateway con Nodo 3



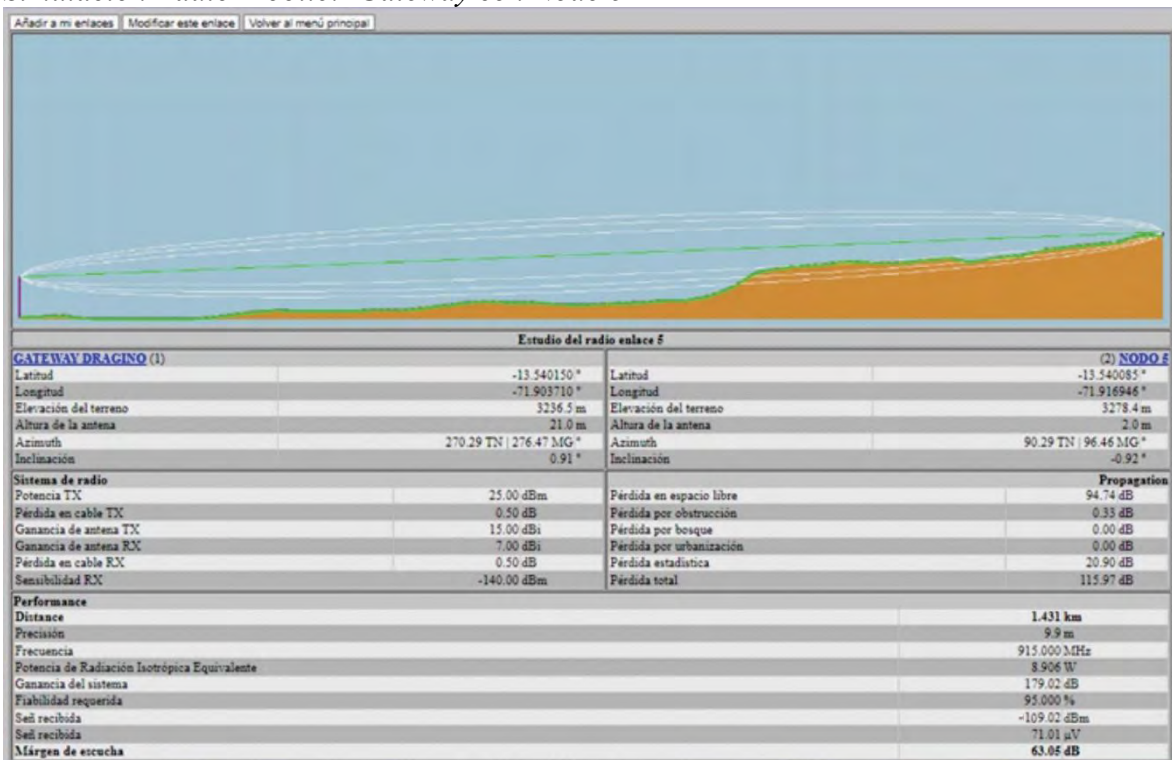
En la figura 89 podemos observar la zona de Fresnel mayormente despejada y libre de obstáculos que pudieran causar reflexiones y refracciones, asimismo, tenemos una pérdida total de 100.65 dB y RSSI de -54.66 dBm lo que nos garantiza calidad en la transmisión en este enlace

Figura 89 Simulación Radio Mobile: Gateway con Nodo 4



En la figura 89 podemos observar la zona de Fresnel mayormente despejada de obstáculos, existe una pequeña zona donde se presenta obstáculos que causan reflexiones y refracciones, sin embargo, considero que estos obstáculos no son significativos ya que tenemos pérdida total de 108.95 dB y RSSI de -62.96 dBm lo que nos garantiza transmisión en este enlace

Figura 90
Simulación Radio Mobile: Gateway con Nodo 5



En la figura 90 podemos observar la zona de Fresnel afectada por obstáculos significativamente hasta el punto cercano nodo 5 que causan reflexiones y refracciones, sin embargo, considero que estos obstáculos significativos ya que tenemos pérdida total de 125.97 dB y RSSI de -109.02 dBm, en teoría podemos afirmar que existe conectividad en este enlace sin embargo en la práctica y con los equipos utilizados no existe comunicación en este enlace, si observamos en las figuras 87, figuras 88, figuras 89, figuras 90 y figuras 91 las pérdidas por obstrucción es muy pequeña y las pérdidas por urbanización son nulas

Tabla 22
Consolidado del RSSI y las perdidas en cada enlace

UBICACIÓN	DISTANCIA (m)	RSSI Radio Mobile dBm	Pérdida total dB
Gateway	0	-	-
Nodo 1	54	-39.93	85.93
Nodo 2	95	-41.56	87.56
Nodo 3	284	-54.66	100.65
Nodo 4	773	-62.96	108.95
Nodo 5	1431	-109.02	136.97

En la tabla 23 podemos observar que el RSSI es inversamente proporcional a las distancias en cada enlace, y directamente proporcional a las pérdidas según los resultados de las simulaciones.

4.6. Pruebas tensión y corriente

El equipo de teledioda cuenta con un LCD donde podemos visualizar los parámetros eléctricos de tensión (V), corriente (I), energía (E) y potencia P (ver la figura 92).

Figura 91 *Pruebas de tensión y corriente con el equipo certificado.*



4.7. Análisis de parámetros tensión (V) y corriente (A)

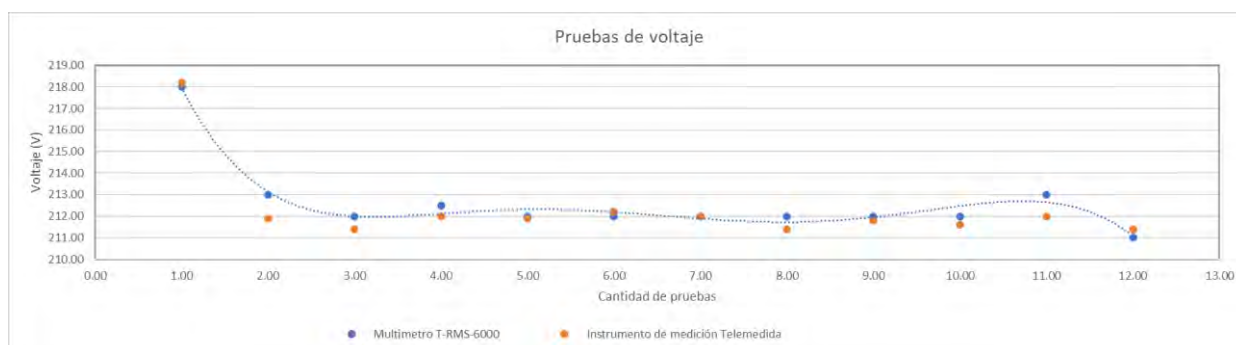
Se ha realizado pruebas para comparar datos de tensión y corriente del equipo de teledioda y un instrumento certificado de medición T-RMS 6000 *Kaiweets* calibrado, obteniendo los siguientes resultados:

Prueba de tensión (V)

Tabla 23*Pruebas de tensión (V) instrumento certificado e instrumento de telemedida.*

Instrumento de medición	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3	Prueba 4	Prueba 5	Prueba 6	Prueba 7	Prueba 8	Prueba 9	Prueba 10	Prueba 11	Prueba 12
T-RMS-6000 marca Kaiweets	218.00	213.00	212.00	212.50	212.00	212.00	212.00	212.00	212.00	212.00	213.00	211.00
Equipo de telemedida	218.20	211.90	211.40	212.00	211.90	212.20	212.00	211.40	211.80	211.60	212.00	211.40
% error	0.09%	0.52%	0.28%	0.24%	0.05%	0.09%	0.00%	0.28%	0.09%	0.19%	0.47%	0.19%

En la tabla 24 se verifican 12 pruebas de tensión con el instrumento de medición T-RMS-6000 marca Kaiweets comparadas con los datos obtenidos del equipo de telemedida. Se verifica una mínima diferencia entre ambas mediciones, obteniendo así un porcentaje de error promedio de 0.21%. La variación entre una medida y otra se debe a la inestabilidad de la tensión nominal que brinda la empresa de distribución de energía eléctrica.

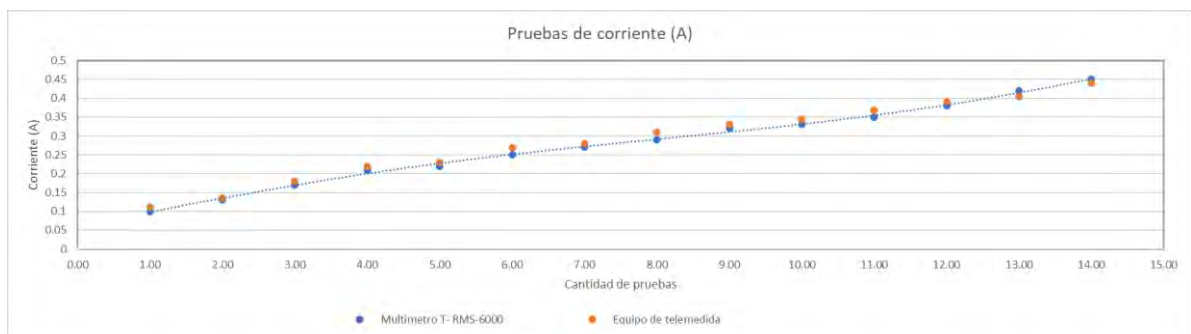
Figura 93*Niveles de tensión del equipo de telemedida***Prueba de corriente****Tabla 24***Pruebas de corriente (A)*

Instrumento de medición	T- RMS-6000 marca KAIWEETS (A)	Equipo de telemedida (A)	% error
Prueba 1	0.1	0.111	11.00%
Prueba 2	0.13	0.135	3.85%
Prueba 3	0.17	0.18	5.88%
Prueba 4	0.21	0.22	4.76%
Prueba 5	0.22	0.23	4.55%
Prueba 6	0.25	0.269	7.60%
Prueba 7	0.27	0.28	3.70%
Prueba 8	0.29	0.31	6.90%

Prueba 9	0.32	0.33	3.13%
Prueba 10	0.33	0.344	4.24%
Prueba 13	0.42	0.404	3.81%
Prueba 14	0.45	0.44	2.22%

En la tabla 25 se verifican 14 pruebas de corriente con el instrumento de medición T-RMS-6000 marca Kaiweets comparadas con los datos obtenidos del equipo de telemedida. Se verifica una diferencia mínima entre ambas mediciones obteniendo así un porcentaje de error promedio de 4.96%. Para realizar esta prueba se utilizó un dispositivo DIMER de 2000 W de potencia para variar la intensidad de corriente suministrada a una bombilla incandescente de 100 W.

Figura 92 Niveles de corriente equipo de Telemedida



En la figura 92 podemos observar los valores de corriente en amperios del equipo de telemedida comparado con el equipo de medición RMS-6000 marca KAIWEETS presenta un error promedio de 0.21 % lo que indica coherencia en las pruebas de voltaje

4.8. Análisis de parámetros de potencia y energía

Para la realización de esta prueba conectamos 5 bombillas de 100 W de potencia en paralelo lo cual se mantuvo encendido por un periodo de 2 horas para realizar el cálculo de la energía consumida por este periodo, teóricamente definimos la siguiente ecuación de energía:

$$E = P \cdot t$$

$$E \rightarrow \text{Energía (Wh)}$$

$$P \rightarrow \text{Potencia (W)}$$

$$h \rightarrow \text{Horas (h)}$$

Por lo tanto:

$$E = 5(100W) * 2h$$

$$E = 1000 \quad W - h$$

$$E = 1kW - h$$

Este cálculo es nominal considerando una corriente total de 4.55 A a 220 V. La prueba realizada en laboratorio para el cálculo práctico de este escenario puede apreciarse en la figura 93.

Figura 93 Prueba práctica de energía de 5 bombillas de 100W en un periodo de 2 horas



Es importante tener presente que las señales de tensión y corriente fueron muestreadas simultáneamente.

Figura 94 En la imagen se observa el incremento de la energía identificando el punto de inicio para contabilizar el consumo en 2 horas

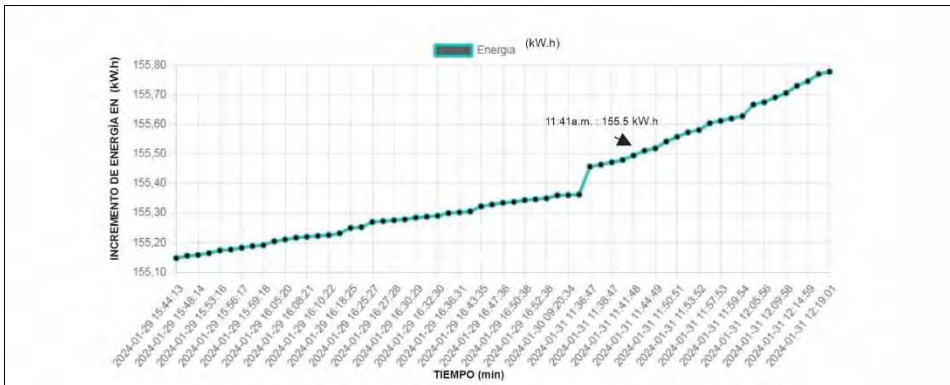
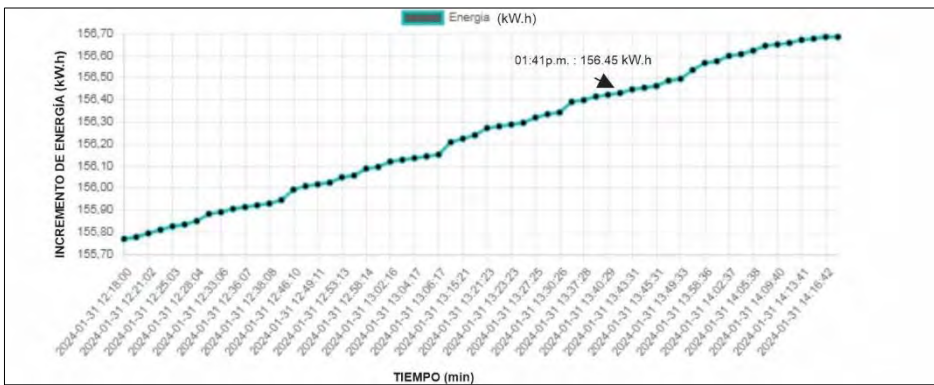


Figura 95 En la imagen se observa el incremento de la energía identificando el punto final para contabilizar el consumo en 2 horas



De las figuras 94 y 95 podemos verificar que la energía a las 11:41 a.m. marca 155.50 kWh y a la 01:41 p.m. marca 156.45 kWh, lo cual verificamos el consumo de 950 W. en nuestro cálculo nominal nos resultó 1000 W.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- Se diseñó e implementó un sistema electrónico, a nivel de prototipo, para medir tensión, corriente, energía y potencia eléctrica utilizando el circuito integrado BL 0940; así mismo el sistema es capaz de mostrar el consumo de energía eléctrica, en kW-h, de manera remota utilizando el protocolo de comunicación LoRaWAN.
- Se diseñó el sistema de adquisición de datos para obtener los valores de tensión (V) y corriente (A) eléctrica suministrada. Estos valores han sido comparados con mediciones realizadas en laboratorio utilizando el multímetro homologado *T-RMS 6000 kaiweets*; concluyendo de la siguiente manera: el error promedio en mediciones de tensión es de 0.21 % y el error promedio en mediciones de corriente es de 4.96%.
- El modelo de propagación que se ha utilizado en el presente proyecto es de Okumura-Hata Cost 231 obteniéndose un área de cobertura nominal de 1.294 km de radio.
- Se realizó pruebas de cobertura en 5 ubicaciones diferentes, y se verificó que existe cobertura a distancias menores a 773 m de radio garantizándose una conectividad de hasta 300 nodos para el Gateway OLG02 de Dragino, con RSSI mayores a 148dBm. A partir de una distancia superior a 773 m el error de la transmisión es superior a 23.9%, verificándose que a distancias mayores a 1.431 km no se cuenta con cobertura porque el error es de 100%.
- El servidor web nos muestra los parámetros eléctricos del sistema de teledatamedida mediante el enlace <https://chirpstack-logger.netlify.app/>, donde podemos visualizar los parámetros de tensión eléctrica, corriente, potencia, energía y RSSI. El valor de RSSI que se visualiza en la plataforma es calculado por el equipo Gateway Dragino OLG 02, este valor se calcula cada vez que se envía un mensaje.

RECOMENDACIONES

- Para el módulo de adquisición de datos, recomiendo el uso del circuito integrado IC BL0940 ya que tiene características técnicas específicas respecto al tratamiento de la señal de tensión y corriente ya que el IC BL0940 es un circuito dedicado a contadores de energía eléctrica.
- Se recomienda analizar las características técnicas del nodo TTGO T-Beam en vista que según la versión y modelo varia la forma de conexión a sensores o nodos, para asegurar el buen funcionamiento y correcta adquisición de datos.
- Se recomienda el uso de una antena de mayor ganancia tanto para el Gateway como para el TTGO.
- Para la elección de Gateway, se recomienda analizar las características técnicas del equipo Gateway para la compatibilidad con el sistema y la aplicación.
- Es recomendable realizar la configuración de la frecuencia de acuerdo a las disposiciones reguladas de espectro no licenciado según la región de ubicación, porque el incumplimiento generaría interferencias de otras transmisiones.
- Finalmente se recomienda su evaluación en el Instituto Nacional de calidad del ministerio de la producción para su certificación y uso masivo

BIBLIOGRAFÍA

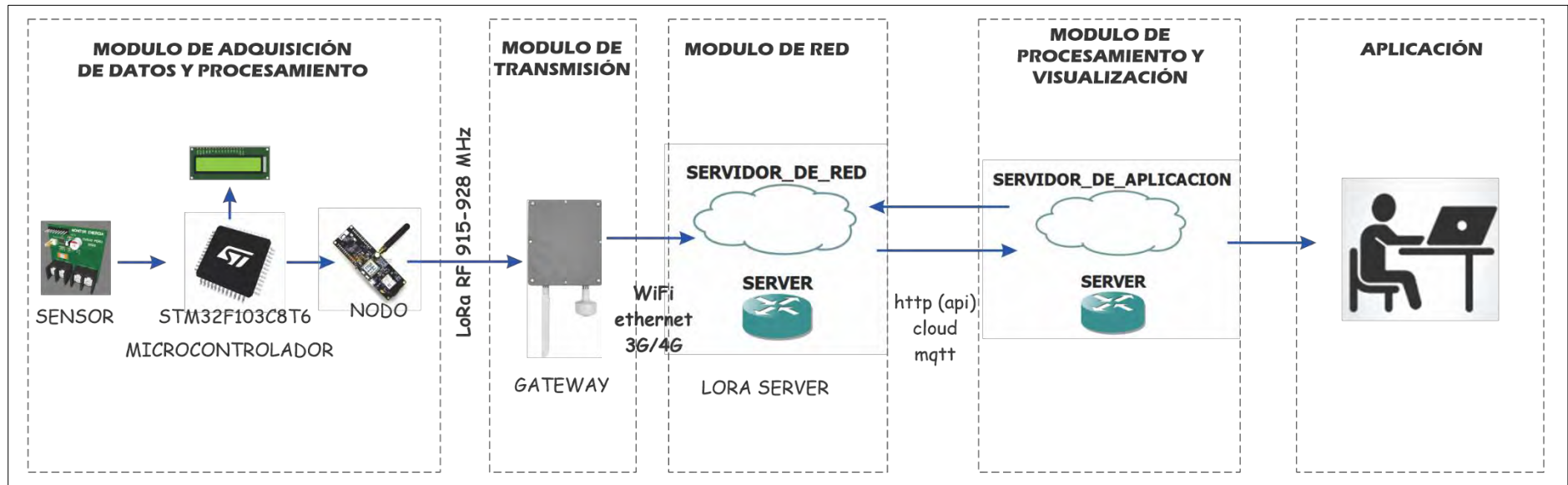
- Arshad, F. (2022). *Reactive and Proactive Resource Allocation for LoRa-Enabled IoT Applications (p.08)*.
- Chaczko, Z., Klempos, R., Rozemblit, J., CXhiu, C., Kluwak, K., & Smutnicki, C. (2019). *Enabling design of middleware for massive scale iot-based systems. Conference of intelligent engineering systems (p. 16)*.
- Cortés, J., Cano, H., & Chavez, J. (2008). *Fundamentos y aplicaciones del muestro en señales ubicadas en las bandas altas del espectro*. Scientia et technica.
- Davoli, L., Belli, L., Cilfone, A., & Ferrari, G. (2018). *From micro to macro IOT: challenges and solutions in the integration of IEEE*. Internet of Things Journal.
- Ecoserveis. (2013). *Formación de agentes e informadores energéticos, 129*. Endesa. Especificación Técnica: Medidores de energía Eléctrica.
- Escandon, J. (2015). *Plan de Comercialización de un sistema de Medición y Gestión de Energía Eléctrica con terminales de comunicación inalámbrica*.
- Gazis, V. (2015). *Short Paper: IOT: Challenges, Projects, Architectures*. International Conferece on Intelligence in next generation Networks.
- Heredia, D. (2013). *Desarrollo de una Guía Enfocada a Medidores de Energía y Conexiones de Medidores, (p. 50)*. Universidad Tecnológica de Perú.
- HERRERA CASTILLA, V. F. (2021). *Tesis: Evaluacion de la calidad del servicio comercial en electro sur este s.a.a. de la ciudad de calca. Cusco*.
- I. N de estadística e Informática. (2016). *Hogares que acceden al servicio de internet, según ámbito geográfico, 2007 - 2014*. Instituto Nacioal de Estadística e Informática.
- IEEE. (2001). *Recommended practice for protection and coordination of industrial and commercial power systems*. IEEE.
- Kumar, A. (2019). *Introduction to lora technology*. Embien Technologies.
- Lavric, A. (2018). *LoRaWAN Communication Protocol: The New Era of IoT*. IEEE. (p.06).
- Marín, J. (2023). *tesis: Desarrollo de un instrumento de telemedida para medición de potencia en módulo fotovoltaico de la UAN sede Manizales de la Universidad Antonio Nariño*. Universidad Antonio Nariño.
- Mikhay, K., & Lovand, U. (2012). *Evaluation of power efcieny for digital serial interfaces of microcontrollers*. International Conference on New Technologies.

- Ministerio de Energía y Minas. (2014). *Anuario ejecutivo de electricidad 2014*. Dirección General de Electricidad.
- OSINERG. (2004). *Problemática de la Supervisión de la Calidad del Servicio Eléctrico en el Perú*. . Osinerming.
- Osinergmin. (2018). *Memoria Institucional Osinergmin 2018*. Lima.
- Pomaylle, E. (2021). *tesis: Utilización Del Sistema De Telemedida Para El Registro De Lecturas De Medidores Inteligentes En Clientes Mayores Del Sector Eléctrico Abancay, De La Empresa Electro Sur Este S.A.A. 2019*. Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur.
- Semtech corporation. (2015). *LoRa Modulation Basics*. Semtech corporation.
- The Things networks. (2016). *LoRa Crash Course de Thomas Telkamp*.
- Vásquez, A. (2017). *Informe: 017: Aspectos económicos de la implementación de redes inteligentes (smart grids) en el sector Peruano* . Osinergmin.
- Zegarra, M. (2017). *Tesis "Análisis de nuevo sistema de medición centralizada de energía eléctrica con medidores inteligentes en área de la Región Arequipa"*.

ANEXOS

ANEXO A

Diagrama Modular del Proyecto



ANEXO B

Características del IC BL0940

1.3 Description of Package and Pins

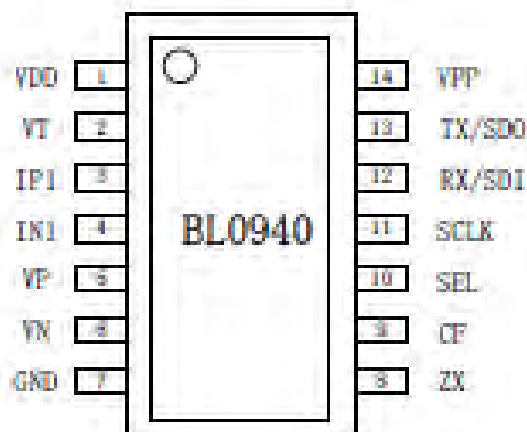


Figure 2

Pins description (TSSOP14)

Pin	Symbol	Description
1	VDD	Power supply (+3.3V)
2	VT	External temperature sensor(NTC) signal input
3,4	IP1,IN1	Analog input of current channel, maximum differential voltage has a maximum input range of $\pm 50\text{mV}$ (35mV RMS)
5,6	VP,VN	Analog input for voltage channel, this differential input has a maximum input range of $\pm 100\text{mV}$ (70mV RMS)
7	GND	GND
8	ZX	Voltage channel zero-crossing output pin
9	CF	Energy pulse output, multiplex function refer to MODE register description
10	SEL	Interface select pin (0: UART 1: SPI), pull-down resistance inside, disconnect is low-level(UART), connected to VDD is high-level(SPI)
11	SCLK	SPI clock input. If using UART interface, this pin doesn't need be connected.
12	RX/SDI	Data input for SPI interface/Receive line for UART interface
13	TX/SDO	Data output for SPI interface/Transmit line for UART interface, this pin require external pull-up resistor.
14	VPP	Reserved

1.4 Register list

Address	Symbol	External R/W	Internal R/W	Bits	Default	Description
Electrical parameter register (read only)						
0x00	I_FAST_RMS	R	W	24	0x000000	Fast current RMS, unsigned
0x01	I_WAVE	R	W	24	0x000000	Current waveform register, signed
0x03	V_WAVE	R	W	24	0x000000	Voltage waveform register, signed
0x04	I_RMS	R	W	24	0x000000	Current RMS, unsigned
0x06	V_RMS	R	W	24	0x000000	Voltage RMS register, unsigned
0x08	WATT	R	W	24	0x000000	Active power register, signed
0x0A	CF_CNT	R	W	24	0x000000	Active energy pulse count, unsigned
0x0C	CORNER	R	W	16	0x0000	Current voltage waveform phase angle register
0x0E	TPS1	R	W	10	0x000	Internal temperature register, unsigned
0x0F	TPS2	R	W	10	0x000	External temperature register, unsigned
User operated register (read and write)						
0x10	I_FAST_RMS_CTRL	R/W	R	16	0xFFFF	Fast current RMS control register
0x13	I_RMSOS	R/W	R	8	0x00	Current RMS offset adjust register
0x15	WATTOS	R/W	R	8	0x00	Active power offset adjust register
0x17	WA_CREEP	R/W	R	8	0x08	Active power no-load threshold register
0x18	MODE	R/W	R	16	0x0000	User mode selection register
0x19	SOFT_RESET	R/W	R	24	0x000000	When 0x5A5A5A is written, the user area register is reset to default
0x1A	USR_WRPROT	R/W	R	8	0x00	Write protection register. After writing 0x55, the user operation register can be written. Write other values, user operated register area is not writable
0x1B	TPS_CTRL	R/W	R	16	0x07FF	Temperature mode control register
0x1C	TPS2_A	R/W	R	8	0x0000	External temperature sensor gain coefficient adjust register
0x1D	TPS2_B	R/W	R	8	0x0000	External temperature sensor offset coefficient adjust register

1.5.1 User mode selection register

0x18		MODE		User mode selection register	
No.	Symbol	Default	Description		
[7:0]	reserved	0x00000000	reserved		
8	RMS_UPDATE_SEL	0x0	RMS register update rate	0: 400ms 1: 800ms	
9	AC_FREQ_SEL	0x0	AC frequency select	0: 50Hz 1: 60Hz	
[11:10]	reserved	0x00	reserved		
12	CF_UNABLE	0x0	CF output function selection	0: energy pulse, enable by MODE[11] configured 1: alarm, enable by TPS_CTRL[14] configured	
[15:13]	reserved	0x000	reserved		

1.6 Performance

1.6.1 Electronic Characteristic Parameter

(VDD=3.3V, GND=0V, on-chip voltage reference, on-chip crystal, 25°C, energy is measured by CP output)

Measuring project	Symbol	Conditions	MIN.	TYPE	MAX.	Unit
VDD	VDD		3.0		3.6	V
Power consumption	Iop	VDD=3.3V		3		mA
Measuring range		4000:1 input dynamic range				
Active energy measurement accuracy (large signal)		35A~100mA input@ 1mohm sampling resistor		0.2		%
Active energy measurement accuracy (small signal)		100mA~50mA input@ 1mohm sampling resistor		0.4		%
Active energy measurement accuracy (tiny signal)		50mA~10mA input@ 1mohm sampling resistor		0.6		%
RMS measurement accuracy (large signal)		35A~100mA input@ 1mohm sampling resistor		0.2		%
RMS measurement accuracy (small signal)		100mA~50mA input@ 1mohm sampling resistor		2		%
RMS measurement accuracy (tiny signal)		50mA~10mA input@ 1mohm sampling resistor		6		%
Fast RMS response time	50Hz	Can be set to cycle/half cycle	10		40	ms
	60Hz		8.3		33	ms
Zero-crossing signal output delay				571		us
Measurement error caused by phase angle between channels (capacitance)	PR08err	Phase advance 37 ° (PF=0.8)			0.5	%
Measurement error caused by phase angle between channels (inductance)	PR05err	Phase delay 60 ° (PF=0.5)			0.5	%
AC power suppression (output frequency amplitude variation)	ACPSRR	1P/N=100mV			0.1	%

DC power suppression (output frequency amplitude variation)	DCPSRR	$V_P/N=100mV$			0.1	%
Analog input level (current)		Differential current input (peak)			50	mV
Analog input level (voltage)		Differential voltage input (peak)			100	mV
Analog input impedance				370		k Ω
SEL pull-down resistor		SEL (pull-down)		56.9		k Ω
Analog input bandwidth		(-3dB)		3.5		kHz
Internal voltage reference	Vref			1.218		V
Logic input high-level		$V_{DD}=3.3V \pm 5\%$	2.6			V
Logic input low-level		$V_{DD}=3.3V \pm 5\%$			0.8	V
Logic output high-level		$V_{DD}=3.3V \pm 5\%$ IOH=5mA	$V_{DD}-0.5$			V
Logic output low-level		$V_{DD}=3.3V \pm 5\%$ IOL=5mA			0.5	V

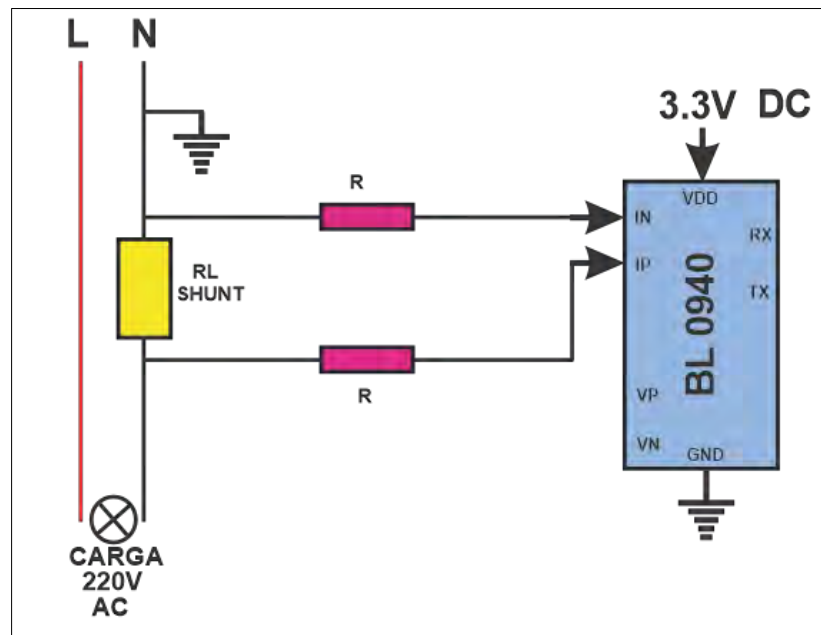
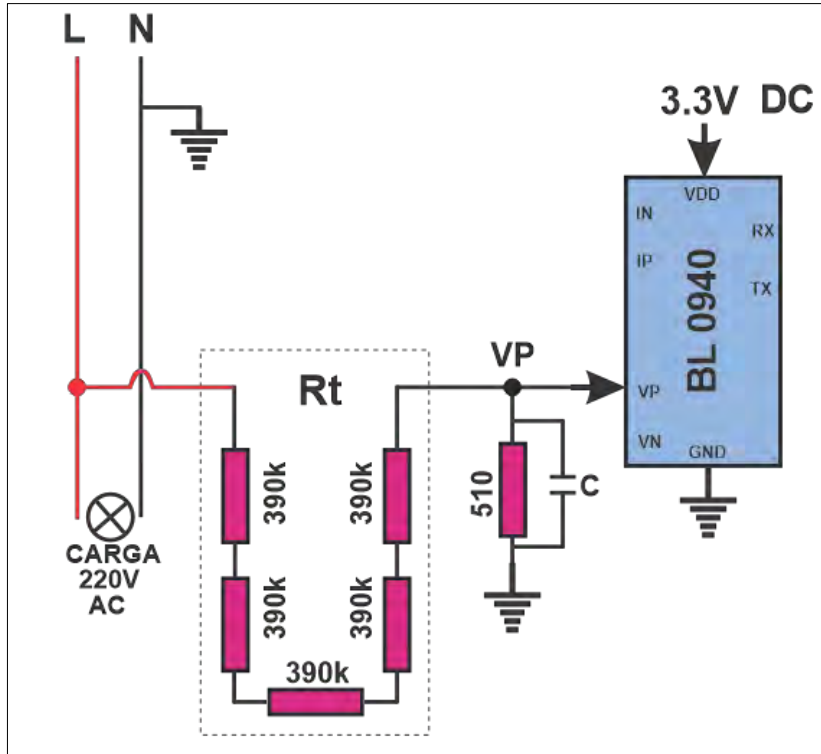
1.6.2 Absolute Maximum Ratings

(T = 25 °C)

Parameter	Symbol	Value	Unit
Power Voltage	VDD	-0.5 ~ +4	V
Analog Input Voltage to GND	IP1, VP	-4 ~ +4	V
Digital Input Voltage to GND	UART_SEL, IO/SDI	-0.3 ~ VDD+0.3	V
Digital Output Voltage to GND	CF, TX/SDO	-0.3 ~ VDD+0.3	V
Operating Temperature Range	T _{op}	-40 ~ +85	°C
Storage Temperature Range	T _{stg}	-55 ~ +150	°C

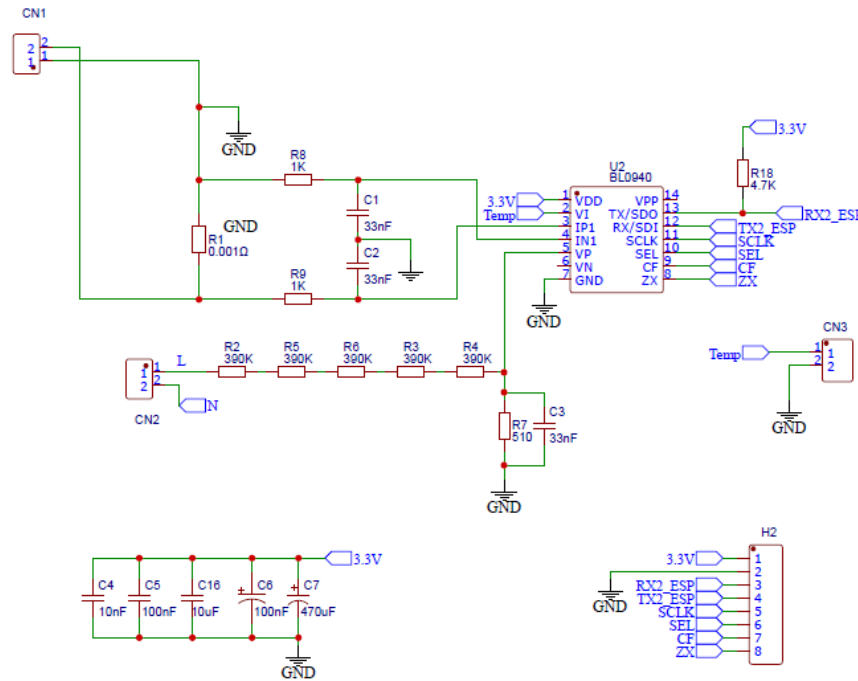
ANEXO C

Diseño Sensor de Voltaje y Corriente esquemáticos de la tarjeta de adquisición de datos



CIRCUITO ELECTRICO - ESQUEMÁTICO

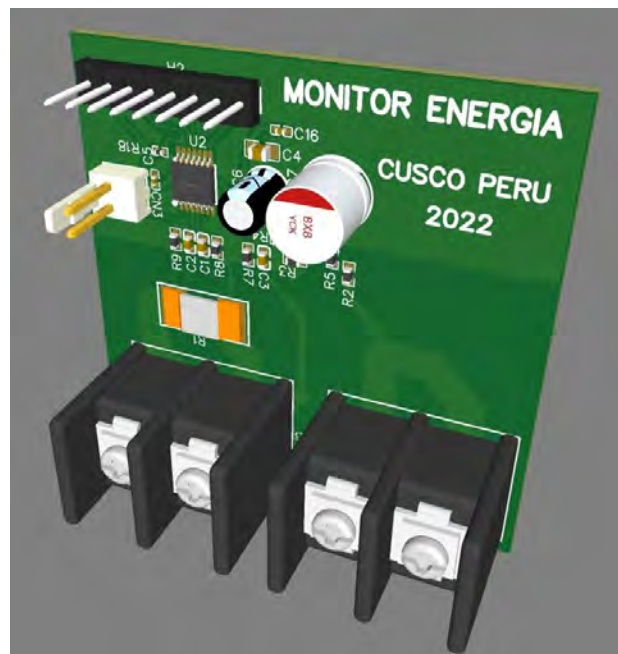
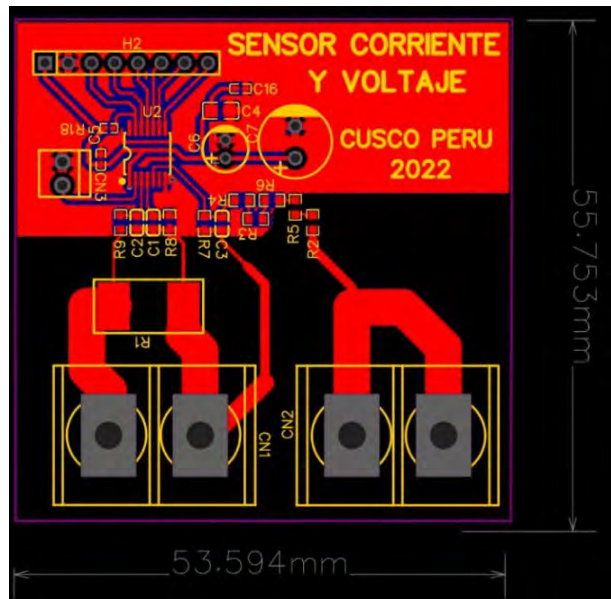
SENSOR DE TENSION - CORRIENTE EN RED MONOFASICA 220V, 60Hz



Leyenda

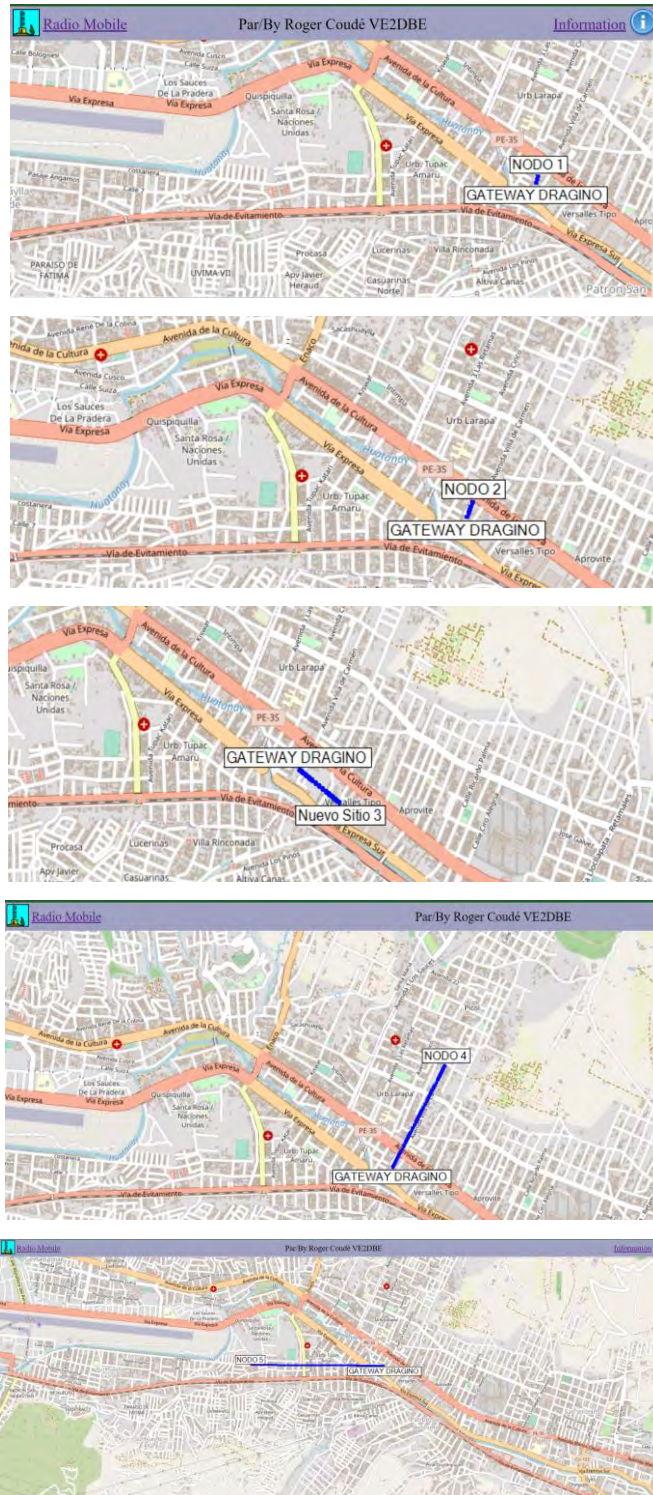
- CNX : Conector fisico de 2 pines
- CN1 : Linea de retorno - consumo de corriente.
- CN2 : Red monofásica L- N , 220V
- CN3 : Puerto para sensor de temperatura.
- H2 : Conector fisico de 8 pines
- CF : Salida para alarma de sobre corriente
- ZX : El MCU puedo operar rele
- SEL : Interfas selector (0: UART o 1: SPI)
- SCLK : reloj
- RX/TX : Recepción y transmisión de datos

TITLE: BL0940 SENSOR DE CORRIENTE Y VOLTAJE		REV: 1.0
	Company: UNSAAC_MARIN	Sheet: 1/1
	Date: 2022-09-06	Drawn By: JESUS MARIN QUISPE



ANEXO D

Posicionamiento de Nodos 1, Nodos 2, Nodos 3, Nodos 4, Nodos 5 y Gateway



ANEXO E

CÓDIGOS DE PROGRAMACIÓN INTERFAZ VISUAL

```
import {
  Chart as ChartJS,
  CategoryScale,
  PointElement,
  LinearScale,
  LineElement,
  Title,
  Tooltip,
  Legend,
  BarElement,
} from "chart.js";
import { Line, Bar } from "react-chartjs-2";
import { colors } from "../js/helpers";

ChartJS.register(
  CategoryScale,
  LinearScale,
  PointElement,
  LineElement,
  BarElement,
  Title,
  Tooltip,
  Legend
);

const Plot = ({ measurements, options }) => {
  const latest = measurements[measurements.length - 1];

  const formatTime = (sample) => {
    const date = new Date(sample.created_at).toLocaleString("sv-SE");
    if (options === undefined) return date;
    else {
      switch (options.table) {
        case "records":
          return date;
        case "hourly":
          return date.slice(0, -3);
        case "daily":
          return date.slice(0, 10);
        case "monthly":
          return date.slice(0, 7);
        default:
          break;
      }
    }
  };
};
```



```

const plotOptions = {
  interaction: {
    intersect: false,
    mode: "index",
  },
  responsive: true,
  plugins: {
    legend: {
      position: "top",
    },
    title: {
      display: true,
    },
  },
};

```

```

const barOptions = {
  elements: {
    bar: {
      borderWidth: 2,
    },
  },
  interaction: {
    intersect: false,
    mode: "index",
  },
  responsive: true,
  plugins: {
    legend: {
      position: "top",
    },
    title: {
      display: true,
    },
  },
};

```

```

const labels = measurements.map((m) => formatTime(m));
const eDiff = measurements.map((m, i) =>
  measurements[i + 1] !== undefined ? measurements[i + 1].e - m.e : 0
);

```

```

const voltages = {
  labels,
  datasets: [
    {
      label: "Voltage",
      data: measurements.map((m) => m.v),
    }
  ]
};

```

```

        borderColor: colors[0].solid,
        backgroundColor: colors[0].transparent,
    },
],
};

```

```

const current = {
  labels,
  datasets: [
    {
      label: "Corriente",
      data: measurements.map((m) => m.i),
      borderColor: colors[1].solid,
      backgroundColor: colors[1].transparent,
    },
  ],
};

```

```

const power = {
  labels,
  datasets: [
    {
      label: "Potencia",
      data: measurements.map((m) => m.p),
      borderColor: colors[2].solid,
      backgroundColor: colors[2].transparent,
    },
  ],
};

```

```

const energy = {
  labels,
  datasets: [
    {
      label: "Energia",
      data: measurements.map((m) => m.e),
      borderColor: colors[3].solid,
      backgroundColor: colors[3].transparent,
    },
  ],
};

```

```

const consumption = {
  labels,
  datasets: [
    {
      label: "Consumos",
      data: eDiff,
      borderColor: colors[1].solid,

```

```

        backgroundColor: colors[1].transparent,
    },
],
};

const rssi = {
  labels,
  datasets: [
    {
      label: "rssi",
      data: measurements.map((m) => m.rssi),
      borderColor: colors[4].solid,
      backgroundColor: colors[4].transparent,
    },
  ],
};

return (
  <div className="columns is-centered">
    <div
      className="is-flex"
      style={{
        flexDirection: "column",
        alignItems: "center",
        justifyContent: "center",
        width: "100%",
        marginTop: "1rem",
      }}
    >
    <h1 className="title has-text-centered">Lecturas {options.name}</h1>
    <table>
      <tbody>
        <tr>
          <th>Voltage:</th>
          <td className="has-text-right">{latest.v}</td>
        </tr>
        <tr>
          <th>Corriente:</th>
          <td className="has-text-right">{latest.i}</td>
        </tr>
        <tr>
          <th>Potencia:</th>
          <td className="has-text-right">{latest.p}</td>
        </tr>
        <tr>
          <th>Energia:</th>
          <td className="has-text-right">{latest.e}</td>
        </tr>
        <tr>

```

```

    <th>rss: </th>
    <td className="has-text-right"> {latest.rssi} </td>
  </tr>
  <tr>
    <th>Hora: </th>
    <td className="has-text-right"> {formatTime(latest)} </td>
  </tr>
</tbody>
</table>
<div style={{ maxWidth: "800px" }}>
  <Line options={plotOptions} data={voltages} />
  <Line options={plotOptions} data={current} />
  <Line options={plotOptions} data={power} />
  <Bar options={barOptions} data={consumption} />
  <Line options={plotOptions} data={energy} />
  <Line options={plotOptions} data={rssi} />
</div>
</div>
</div>
);
};

export default Plot;

```



Dual Channels LoRa Gateway

LG02 / OLG02



Dual Channel LoRa Gateway Indoor & Outdoor version

OVERVIEW:

LG02 & OLG02 are open source dual channels LoRa Gateway. It lets you bridge LoRa wireless network to an IP network via WiFi, Ethernet, Or 3G/4G cellular via optional LTE module. The LoRa wireless allows users to send data and reach extremely long ranges at low data-rates. It provides ultra-long range spread spectrum communication and high interference immunity.

LG02 & OLG02 has WiFi interface, Ethernet port and USB host port. These interfaces provide flexible methods for users to connect their sensor networks to Internet.

LG02 & OLG02 can support the LoRaWAN protocol in single frequency and customized LoRa transmit protocol. It uses two SX1276/SX1278 LoRa modules which lets the LoRa work in full duplex mode and increase the communication efficiency. The aim for LG02 / OLG02 is to provide a low cost IoT wireless solution to support 50-300 sensor nodes.

Specifications:

Linux Side:

Processor: 400MHz, 24K MIPS
Flash: 16MB ; RAM: 64MB

Interfaces:

- 10M/100M RJ45 Ports x 2
- WiFi: 802.11 b/g/n
- LoRa Wireless
- Power Input: 12V DC
- USB 2.0 host connector x 1
- USB 2.0 host internal interface x 1
- 3G/4G module (optional)

Order Option:

Indoor Version:

LG02-XXX-YY

Outdoor Version:

OLG02-XXX-YY

-XXX:

- 433: Best Tuned at 433Mhz
- 868: Best Tuned at 868Mhz
- 915: Best Tuned at 915Mhz

-YY:

- EC25-AU: with Quectel EC25-AU
- EC25-E: with Quectel EC25-E
- EC25-A: with Quectel EC25-A

Features:

- Open Source OpenWrt system
- Low power consumption
- Firmware upgrade via Web
- Software upgradable via network
- Flexible protocol to connect to IoT servers
- Auto Provisioning
- Built-in web server
- Managed by Web GUI, SSH via LAN or WiFi
- Internet connection via LAN, WiFi, 3G or 4G
- Fail-safe design provides robustly system
- 2 * SX1276/SX1278 LoRa modules
- Full-duplex LoRa transceiver
- Two receive channels, and one transmit channel
- Limited support in LoRaWAN/ Support Private LoRa protocol
- Support upto 300 nodes
- LoRa band available at 433/868/915/920 Mhz
- Max range in LoRa: 5-10 km. Density Area >600m

Applications:

- Wireless Alarm and Security Systems
- Home and Building Automation
- Automated Meter Reading
- Industrial Monitoring and Control
- Long range Irrigation Systems
- GPS tracker, etc

Dragino Technology Co., Limited

Room 1101, City Invest Commercial Center, No.548 QingLinRoad
LongCheng Street, LongGang District ; Shenzhen 518116, China
Direct: +86 755 86610829 Fax: +86 755 86647123

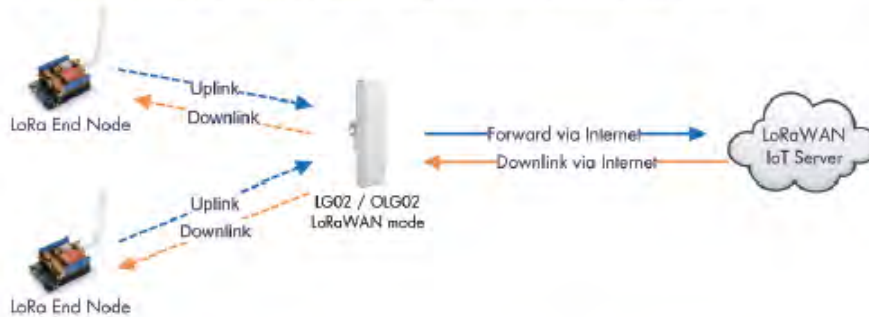
WWW.DRAGINO.COM

sales@dragino.com

Operation Mode - I

LoRaWAN mode:

Use LG02 / OLG02 as a LoRaWAN gateway* to forward packet to LoRaWAN IoT Server.



Operate Principle:

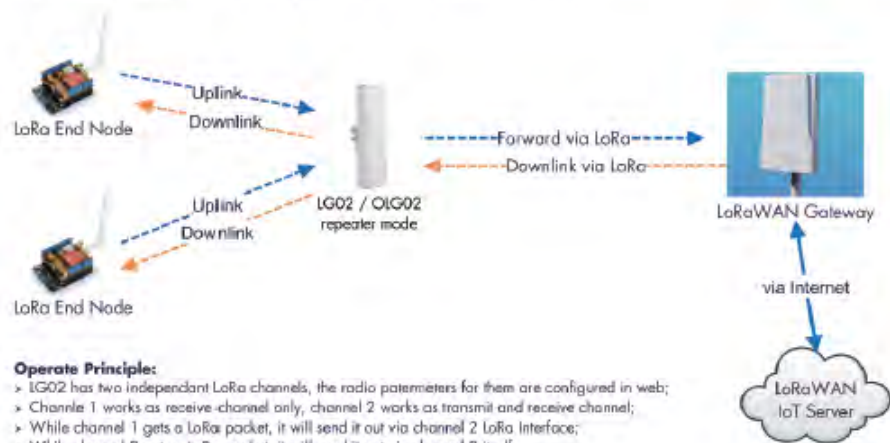
- > LG02/OLG02 running packet forward and will forward the uplink LoRa packet from end node to LoRaWAN server.
- > It will also forward downlink LoRa packet from LoRaWAN server to end node.
- > The end node can use OTAA or ABP mode in the LoRaWAN protocol.

Limitation:

- > The LG02 only support one LoRaWAN frequency for uplink. So the end node should be set to fix frequency.
- > If end node use multiply frequencies to transfer, The LG02 will only be able to receive the same frequency set in LG02.

LoRa Repeater:

Use LG02 / OLG02 as a LoRa Repeater to increase transmit distance.



Operate Principle:

- > LG02 has two independent LoRa channels, the radio parameters for them are configured in web;
- > Channel 1 works as receive-channel only, channel 2 works as transmit and receive channel;
- > While channel 1 gets a LoRa packet, it will send it out via channel 2 LoRa Interface;
- > While channel 2 gets a LoRa packet, it will send it out via channel 2 itself.

Dragino Technology Co., Limited

Room 1101, City Invest Commercial Center, No.548 QingLinRoad
LongCheng Street, LongGang District : Shenzhen 518116,China
Direct: +86 755 88610828 Fax: +86 755 88647123

WWW.DRAGINO.COM
sales@dragino.com

Operation Mode - II

MQTT mode:

Use LG02 / OLG02 as a LoRa Gateway to forward packet to IoT Server via MQTT protocol



Operate Principle:

- > The LoRa end node sends data to LG02 gateway via private LoRa protocol. LG02 stores the sensor data.
- > LG02 sends the sensor data to IoT Server via MQTT protocol.

TCP/IP Client mode:

Use LG02 / OLG02 as a LoRa Gateway to forward packet to IoT Server in TCP/IP Client Mode



Operate Principle:

- > The LoRa end node sends data to LG02 gateway via private LoRa protocol. LG02 stores the sensor data.
- > LG02 sends the sensor data to IoT Server via general TCP/IP Client mode.

Dragino Technology Co., Limited

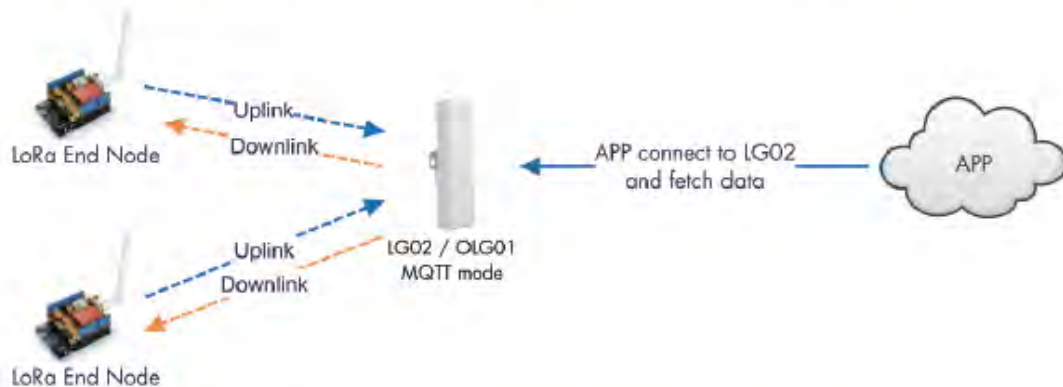
Room 1101, City Invest Commercial Center, No.546 QingLinRoad
LongCheng Street, LongGang District ; Shenzhen 518116,China
Direct: +86 755 88810828 Fax: +86 755 88847123

WWW.DRAGINO.COM
sales@dragino.com

Operation Mode - III

TCP/IP Server mode:

Use LG02 / OLG02 as a LoRa Gateway to forward packet to IoT Server in TCP/IP Server Mode



Operate Principle:

- > The LoRa end node sends data to LG02 gateway via private LoRa protocol. LG02 stores the sensor data.
- > Remote APP connect to LG02 and fetch sensor data.

More Modes:

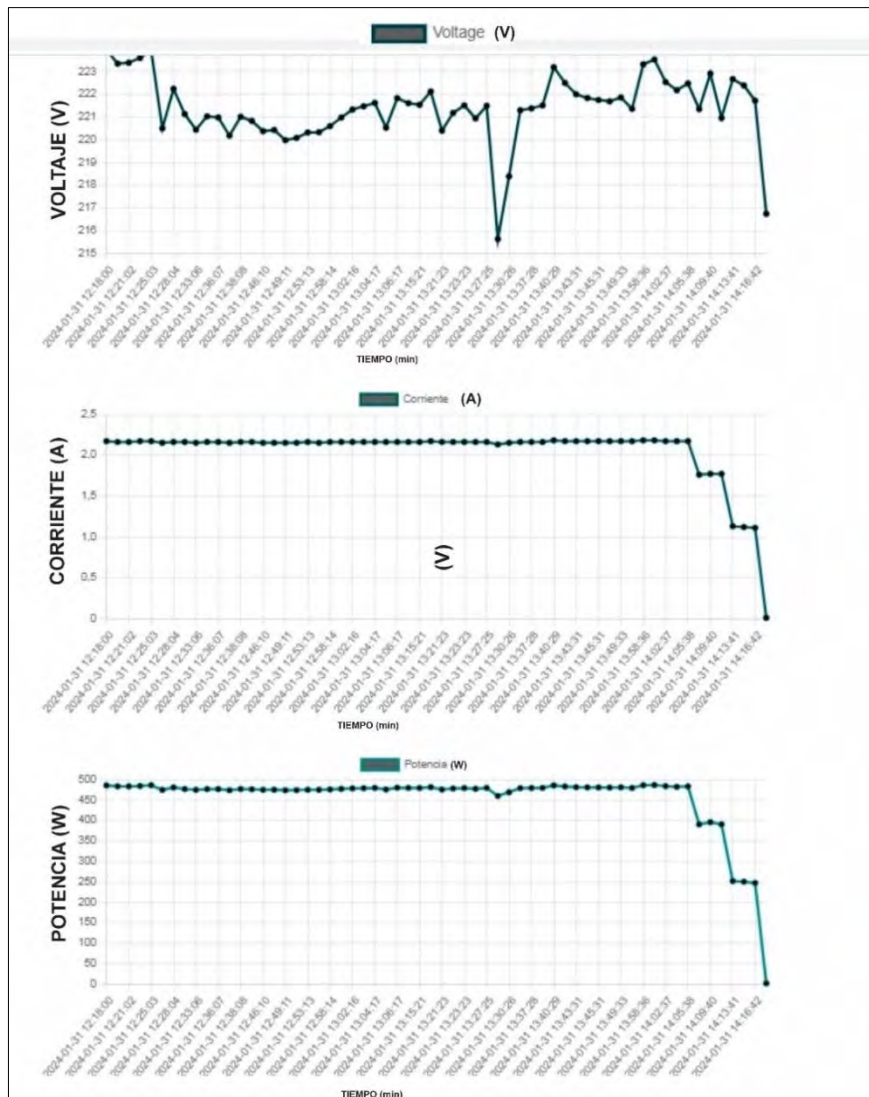
LG02/OLG02 are open source device, user is easy to develop their own protocol to connect to their IoT Server.

Dragino Technology Co., Limited

Room 1101, City Invest Commercial Center, No.546 QingLinRoad
LongCheng Street, LongGang District, Shenzhen 518116, China
Direct: +86 755 86610828 Fax: +86 755 86647123

WWW.DRAGINO.COM
sales@dragino.com

ANEXO G
ANÁLISIS ADICIONAL
COMPORTAMIENTO DE LA TENSIÓN, CORRIENTE Y POTENCIA EN EL
PERIODO DE 2 HORAS



El comportamiento del voltaje según la figura es inestable y oscila entre 115V y 223V. estos valores son independientes para nuestro caso práctico. Por otro lado, veamos el comportamiento de la corriente en la figura 104, la corriente presenta un comportamiento estable en un valor de 2.2 A hasta las 14:05Hr punto donde disminuimos progresivamente la corriente mediante un dimer hasta llegar a cero o apagándolo completamente. De igual manera la potencia tiene un comportamiento coherente con la corriente ya que son directamente proporcionales a 2.2A de corriente tenemos una potencia de 480W en promedio.

ANEXO H

ARCHIVO DE DATOS FUENTE FRENTE A ARCHIVO DE DATOS REMOTO (NODO

1)

	Remoto *.csv (records_rows.csv)							Memoria SD *.csv (TEST_MEDIDOR.csv)						
	fecha	i	v	p	e	rsi		fecha	v	i	p	e		
1	14/06/2023 05:16	0.23	227.57	53.33	78.5712	-69		14/06/2023	05:16:22 a. m.	227.6	0.23	53.33	78.5712	
2	14/06/2023 05:15	0.23	227.87	53.14	78.5703	-70		14/06/2023	05:15:22 a. m.	227.9	0.23	53.14	78.5703	
3	14/06/2023 05:14	0.23	227.78	53.3	78.5694	-69		14/06/2023	05:14:21 a. m.	227.8	0.23	53.3	78.5694	
4	14/06/2023 05:13	0.23	227.56	53.01	78.5685	-72		14/06/2023	05:13:21 a. m.	227.6	0.23	53.01	78.5685	
5	14/06/2023 05:12	0.23	227.81	53.22	78.5676	-69		14/06/2023	05:12:21 a. m.	227.8	0.23	53.22	78.5676	
6	14/06/2023 05:11	0.23	227.9	52.99	78.5668	-71		14/06/2023	05:11:21 a. m.	227.9	0.23	52.99	78.5668	
7	14/06/2023 05:10	0.23	227.3	52.42	78.5659	-70		14/06/2023	05:10:20 a. m.	227.3	0.23	52.42	78.5659	
8	14/06/2023 05:09	0.23	227.55	53.2	78.565	-70		14/06/2023	05:09:20 a. m.	227.5	0.23	53.2	78.565	
9	14/06/2023 05:08	0.23	227.31	52.96	78.5641	-71		14/06/2023	05:08:20 a. m.	227.3	0.23	52.96	78.5641	
10	14/06/2023 05:07	0.23	227.5	53.16	78.5632	-68		14/06/2023	05:07:19 a. m.	227.5	0.23	53.16	78.5632	
11	14/06/2023 05:06	0.24	227.43	53.58	78.5623	-72		14/06/2023	05:06:19 a. m.	227.4	0.24	53.58	78.5623	
12	14/06/2023 05:05	0.23	227.27	53.14	78.5614	-70		14/06/2023	05:05:19 a. m.	227.3	0.23	53.14	78.5615	
13	14/06/2023 05:04	0.23	227.07	53.07	78.5606	-70		14/06/2023	05:04:18 a. m.	227.1	0.23	53.07	78.5606	
14	14/06/2023 05:03	0.23	226.59	53.16	78.5597	-69		14/06/2023	05:03:18 a. m.	226.6	0.23	53.16	78.5597	
15	14/06/2023 05:02	0.23	226.69	53.05	78.5588	-69		14/06/2023	05:02:18 a. m.	226.7	0.23	53.05	78.5588	
16	14/06/2023 05:01	0.24	226.3	53.37	78.5579	-71		14/06/2023	05:01:17 a. m.	226.3	0.24	53.37	78.5579	
17	14/06/2023 05:00	0.24	226.57	53.46	78.557	-72		14/06/2023	05:00:17 a. m.	226.6	0.24	53.46	78.557	
18	14/06/2023 04:59	0.24	226.19	53.31	78.5561	-69		14/06/2023	04:59:17 a. m.	226.2	0.24	53.31	78.5561	
19	14/06/2023 04:58	0.24	226.64	53.33	78.5552	-70		14/06/2023	04:58:16 a. m.	226.6	0.24	53.33	78.5552	
20	14/06/2023 04:57	0.24	227.08	53.83	78.5544	-71		14/06/2023	04:57:16 a. m.	227.1	0.24	53.83	78.5544	
21	14/06/2023 04:56	0.24	226.82	53.54	78.5535	-69		14/06/2023	04:56:16 a. m.	226.8	0.24	53.54	78.5535	
22	14/06/2023 04:55	0.23	226.33	52.06	78.5526	-69		14/06/2023	04:55:15 a. m.	226.3	0.23	52.06	78.5526	
23	14/06/2023 04:54	0.23	227.39	53.32	78.5517	-70		14/06/2023	04:54:15 a. m.	227.4	0.23	53.32	78.5517	
24	14/06/2023 04:53	0.23	227.26	53.07	78.5508	-69		14/06/2023	04:53:15 a. m.	227.3	0.23	53.07	78.5508	
25	14/06/2023 04:52	0.24	227.81	53.61	78.5499	-70		14/06/2023	04:52:14 a. m.	227.8	0.24	53.61	78.5499	
26	14/06/2023 04:51	0.23	227.99	53.47	78.549	-69		14/06/2023	04:51:14 a. m.	228	0.23	53.47	78.549	
27	14/06/2023 04:50	0.24	227.49	53.63	78.5481	-71		14/06/2023	04:50:14 a. m.	227.5	0.24	53.63	78.5481	
28	14/06/2023 04:49	0.23	227.11	53.14	78.5472	-70		14/06/2023	04:49:13 a. m.	227.1	0.23	53.14	78.5472	
29	14/06/2023 04:48	0.23	227.25	53.37	78.5464	-70		14/06/2023	04:48:13 a. m.	227.2	0.23	53.37	78.5464	
30	14/06/2023 04:47	0.23	227.45	53.31	78.5455	-70		14/06/2023	04:47:13 a. m.	227.5	0.23	53.31	78.5455	
31	14/06/2023 04:46	0.24	227.49	53.53	78.5446	-70		14/06/2023	04:46:12 a. m.	227.5	0.24	53.53	78.5446	
32	14/06/2023 04:45	0.24	227.04	53.94	78.5437	-71		14/06/2023	04:45:12 a. m.	227	0.24	53.94	78.5437	
33	14/06/2023 04:44	0.24	227.29	53.6	78.5428	-70		14/06/2023	04:44:12 a. m.	227.3	0.24	53.6	78.5428	
34	14/06/2023 04:43	0.23	227.53	53.42	78.5419	-69		14/06/2023	04:43:11 a. m.	227.5	0.23	53.42	78.5419	
35	14/06/2023 04:42	0.23	227.32	53.41	78.541	-72		14/06/2023	04:42:11 a. m.	227.3	0.23	53.41	78.541	
36	14/06/2023 04:41	0.24	226.71	53.31	78.5401	-72		14/06/2023	04:41:11 a. m.	226.7	0.24	53.31	78.5401	
37	14/06/2023 04:40	0.23	226.77	53.03	78.5392	-72		14/06/2023	04:40:11 a. m.	226.8	0.23	53.03	78.5392	
38	14/06/2023 04:39	0.24	227.2	53.39	78.5384	-71		14/06/2023	04:39:10 a. m.	227.2	0.24	53.39	78.5383	
39	14/06/2023 04:38	0.24	227.11	53.68	78.5375	-71		14/06/2023	04:38:10 a. m.	227.1	0.24	53.68	78.5375	
40	14/06/2023 04:37	0.23	227.49	53.09	78.5366	-69		14/06/2023	04:37:10 a. m.	227.5	0.23	53.09	78.5366	
41	14/06/2023 04:36	0.23	227.16	53.02	78.5357	-71		14/06/2023	04:36:09 a. m.	227.2	0.23	53.02	78.5357	
42	14/06/2023 04:35	0.24	227.52	53.47	78.5348	-71		14/06/2023	04:35:09 a. m.	227.5	0.24	53.47	78.5348	
43	14/06/2023 04:34	0.23	226.75	52.71	78.5339	-69		14/06/2023	04:34:09 a. m.	226.8	0.23	52.71	78.5339	
44	14/06/2023 04:33	0.23	226.95	52.8	78.533	-69		14/06/2023	04:33:08 a. m.	226.9	0.23	52.8	78.533	
45	14/06/2023 04:32	0.23	226.83	53.04	78.5321	-70		14/06/2023	04:32:08 a. m.	226.8	0.23	53.04	78.5321	
46	14/06/2023 04:31	0.23	226.66	52.57	78.5313	-73		14/06/2023	04:31:08 a. m.	226.7	0.23	52.57	78.5313	
47	14/06/2023 04:30	0.23	226.61	52.56	78.5304	-71		14/06/2023	04:30:07 a. m.	226.6	0.23	52.56	78.5304	
48	14/06/2023 04:29	0.23	226.89	53.08	78.5295	-71		14/06/2023	04:29:07 a. m.	226.9	0.23	53.08	78.5295	
49	14/06/2023 04:28	0.23	226.49	53.15	78.5286	-70		14/06/2023	04:28:07 a. m.	226.5	0.23	53.15	78.5286	
50	14/06/2023 04:27	0.24	226.86	53.32	78.5277	-71		14/06/2023	04:27:06 a. m.	226.9	0.24	53.32	78.5277	
51	14/06/2023 04:26	0.23	226.38	53.06	78.5268	-71		14/06/2023	04:26:06 a. m.	226.4	0.23	53.06	78.5268	
52	14/06/2023 04:25	0.23	226.24	53.14	78.526	-68		14/06/2023	04:25:06 a. m.	226.2	0.23	53.14	78.526	
53	14/06/2023 04:24	0.23	226.44	52.9	78.5251	-71		14/06/2023	04:24:05 a. m.	226.4	0.23	52.9	78.5251	
54	14/06/2023 04:23	0.23	226.36	52.92	78.5242	-71		14/06/2023	04:23:05 a. m.	226.4	0.23	52.92	78.5242	
55	14/06/2023 04:22	0.23	226.08	52.9	78.5233	-71		14/06/2023	04:22:05 a. m.	226.1	0.23	52.9	78.5233	
56	14/06/2023 04:21	0.23	226.55	52.7	78.5224	-71		14/06/2023	04:21:04 a. m.	226.5	0.23	52.7	78.5224	
57	14/06/2023 04:20	0.23	226.34	52.84	78.5216	-71		14/06/2023	04:20:04 a. m.	226.3	0.23	52.84	78.5215	
58	14/06/2023 04:19	0.23	226.31	52.78	78.5207	-70		14/06/2023	04:19:04 a. m.	226.3	0.23	52.78	78.5207	
59	14/06/2023 04:18	0.23	226.53	53.06	78.5198	-73		14/06/2023	04:18:03 a. m.	226.5	0.23	53.06	78.5198	
60	14/06/2023 04:17	0.24	226.59	53.39	78.5189	-71		14/06/2023	04:17:03 a. m.	226.6	0.24	53.39	78.5189	
61	14/06/2023 04:16	0.24	226.17	53.28	78.518	-70		14/06/2023	04:16:03 a. m.	226.2	0.24	53.28	78.518	
62	14/06/2023 04:15	0.23	226.33	52.97	78.5171	-71		14/06/2023	04:15:02 a. m.	226.3	0.23	52.97	78.5171	
63	14/06/2023 04:14	0.23	226.43	53.02	78.5162	-72		14/06/2023	04:14:02 a. m.	226.4	0.23	53.02	78.5162	
64	14/06/2023 04:13	0.24	226.34	53.31	78.5154	-71		14/06/2023	04:13:02 a. m.	226.3	0.24	53.31	78.5154	
65	14/06/2023 04:12	0.24	226.49	53.24	78.5145	-70		14/06/2023	04:12:01 a. m.	226.5	0.24	53.24	78.5145	
66	14/06/2023 04:11	0.24	226.76	53.42	78.5136	-70		14/06/2023	04:11:01 a. m.	226.8	0.24	53.42	78.5136	
67	14/06/2023 04:10	0.24	226.95	53.44	78.5127	-72		14/06/2023	04:10:01 a. m.	226.9	0.24	53.44	78.5127	
68	14/06/2023 04:09	0.24	226.91	53.55	78.5118	-69		14/06/2023	04:09:00 a. m.	226.9	0.24	53.55	78.5118	
69	14/06/2023 04:08	0.24	227.1	53.64	78.5109	-71		14/06/2023	04:08:00 a. m.	227.1	0.24	53.64	78.5109	
70	14/06/2023 04:07	0.24	226.7	53.55	78.51	-69		14/06/2023	04:07:00 a. m.	226.7	0.24	53.55	78.51	
71	14/06/2023 04:06	0.24	226.62	53.71	78.5091	-71		14/06/2023	04:05:59 a. m.	226.6	0.24	53.71	78.5091	
72	14/06/2023 04:05	0.24	226.66	53.82	78.5082	-70		14/06/2023	04:04:59 a. m.	226.7	0.24	53.82	78.5082	
73	14/06/2023 04:04	0.24	226.87	53.42	78.5073	-71		14/06/2023	04:03:59 a. m.	226.9	0.24	53.42	78.5073	
74	14/06/2023 04:03	0.24	226.88	53.54	78.5064	-71		14/06/2023	04:02:58 a. m.	226.9	0.24	53.54	78.5064	
75	14/06/2023 04:02	0.24	226.75	53.35	78.5055	-72		14/06/2023	04:01:58 a. m.	226.7	0.24	53.35	78.5055	
76	14/06/2023 04:01	0.24	226.84	53.56	78.5046	-72		14/06/2023	04:00:58 a. m.	226.8	0.24	53.56	78.5047	
77	14/06/2023 04:00	0.24	226.5	53.31	78.5038	-72		14/						

100	14/06/2023 03:36	0.23	227.58	53.04	78.4825	-71	14/06/2023	03:36:50 a. m.	227.6	0.23	53.2	78.4833
101	14/06/2023 03:35	0.23	227.44	53.12	78.4816	-71	14/06/2023	03:35:50 a. m.	227.6	0.23	53.04	78.4825
102	14/06/2023 03:34	0.23	227.35	53.35	78.4807	-71	14/06/2023	03:34:49 a. m.	227.4	0.23	53.12	78.4816
103	14/06/2023 03:33	0.23	227.21	53.23	78.4798	-72	14/06/2023	03:33:49 a. m.	227.3	0.23	53.35	78.4807
104	14/06/2023 03:32	0.23	227.81	53.38	78.4789	-72	14/06/2023	03:32:49 a. m.	227.2	0.23	53.23	78.4798
105	14/06/2023 03:31	0.23	228.02	53.48	78.478	-71	14/06/2023	03:31:48 a. m.	227.8	0.23	53.38	78.4789
106	14/06/2023 03:29	0.23	227.78	52.89	78.4762	-70	14/06/2023	03:30:48 a. m.	228	0.23	53.48	78.478
107	14/06/2023 03:28	0.23	227.9	53.11	78.4753	-72	14/06/2023	03:29:48 a. m.	228	0.23	53	78.4771
108	14/06/2023 03:27	0.23	227.91	53.06	78.4745	-72	14/06/2023	03:28:47 a. m.	227.8	0.23	52.89	78.4762
109	14/06/2023 03:26	0.23	227.54	52.77	78.4736	-71	14/06/2023	03:27:47 a. m.	227.9	0.23	53.11	78.4753
110	14/06/2023 03:25	0.23	227.89	53.05	78.4727	-71	14/06/2023	03:26:47 a. m.	227.9	0.23	53.06	78.4745
111	14/06/2023 03:24	0.23	227.82	53.16	78.4718	-72	14/06/2023	03:25:46 a. m.	227.5	0.23	52.77	78.4736
112	14/06/2023 03:23	0.24	227.59	53.55	78.4709	-70	14/06/2023	03:24:46 a. m.	227.9	0.23	53.05	78.4727
113	14/06/2023 03:22	0.23	227.45	53.15	78.47	-69	14/06/2023	03:23:46 a. m.	227.8	0.23	53.16	78.4718
114	14/06/2023 03:21	0.23	227.23	53.17	78.4691	-71	14/06/2023	03:22:45 a. m.	227.6	0.24	53.55	78.4709
115	14/06/2023 03:20	0.23	227.42	53.11	78.4683	-72	14/06/2023	03:21:45 a. m.	227.4	0.23	53.15	78.47
116	14/06/2023 03:19	0.24	227.43	53.58	78.4674	-72	14/06/2023	03:20:45 a. m.	227.2	0.23	53.17	78.4692
117	14/06/2023 03:18	0.23	228.02	53.12	78.4665	-72	14/06/2023	03:19:45 a. m.	227.4	0.23	53.11	78.4683
118	14/06/2023 03:17	0.23	228.01	53.58	78.4656	-72	14/06/2023	03:18:44 a. m.	227.4	0.24	53.58	78.4674
119	14/06/2023 03:16	0.23	228.18	53.43	78.4647	-72	14/06/2023	03:17:44 a. m.	228	0.23	53.12	78.4665
120	14/06/2023 03:15	0.23	228.35	53.64	78.4638	-70	14/06/2023	03:16:44 a. m.	228	0.23	53.58	78.4656
121	14/06/2023 03:14	0.23	228.44	53.15	78.4629	-72	14/06/2023	03:15:43 a. m.	228.2	0.23	53.43	78.4647
122	14/06/2023 03:13	0.23	228.72	53.52	78.462	-70	14/06/2023	03:14:43 a. m.	228.3	0.23	53.64	78.4638
123	14/06/2023 03:12	0.23	228.23	53.54	78.4612	-73	14/06/2023	03:13:43 a. m.	228.4	0.23	53.15	78.4629
124	14/06/2023 03:11	0.23	228.49	53.66	78.4603	-71	14/06/2023	03:12:42 a. m.	228.7	0.23	53.52	78.462
125	14/06/2023 03:10	0.23	228.34	52.82	78.4594	-71	14/06/2023	03:11:42 a. m.	228.2	0.23	53.54	78.4612
126	14/06/2023 03:09	0.23	228.47	53	78.4585	-71	14/06/2023	03:10:42 a. m.	228.5	0.23	53.66	78.4603
127	14/06/2023 03:08	0.23	228.36	53.2	78.4576	-71	14/06/2023	03:09:41 a. m.	228.3	0.23	52.82	78.4594
128	14/06/2023 03:07	0.23	228.32	53.25	78.4567	-71	14/06/2023	03:08:41 a. m.	228.5	0.23	53	78.4585
129	14/06/2023 03:06	0.24	228.58	53.78	78.4558	-69	14/06/2023	03:07:41 a. m.	228.4	0.23	53.2	78.4576
130	14/06/2023 03:04	0.23	228.31	53.33	78.4549	-71	14/06/2023	03:06:40 a. m.	228.3	0.23	53.25	78.4567
131	14/06/2023 03:03	0.23	228.74	53.63	78.454	-71	14/06/2023	03:05:40 a. m.	228.6	0.24	53.78	78.4558
132	14/06/2023 03:02	0.23	228.63	53.38	78.4532	-72	14/06/2023	03:04:40 a. m.	228.3	0.23	53.33	78.4549
133	14/06/2023 03:01	0.23	228.55	53.43	78.4523	-72	14/06/2023	03:03:39 a. m.	228.7	0.23	53.63	78.454
134	14/06/2023 03:00	0.23	228.65	53.49	78.4514	-72	14/06/2023	03:02:39 a. m.	228.6	0.23	53.38	78.4532
135	14/06/2023 02:59	0.24	228.16	53.73	78.4505	-70	14/06/2023	03:01:39 a. m.	228.5	0.23	53.43	78.4523
136	14/06/2023 02:58	0.23	228.23	53.4	78.4496	-71	14/06/2023	03:00:38 a. m.	228.7	0.23	53.49	78.4514
137	14/06/2023 02:57	0.23	228.32	53.3	78.4487	-69	14/06/2023	02:59:38 a. m.	228.2	0.24	53.73	78.4505
138	14/06/2023 02:56	0.23	228.64	53.62	78.4478	-70	14/06/2023	02:58:38 a. m.	228.2	0.23	53.4	78.4496
139	14/06/2023 02:55	0.23	228.89	53.33	78.4469	-70	14/06/2023	02:57:37 a. m.	228.3	0.23	53.3	78.4487
140	14/06/2023 02:54	0.23	228.42	53.29	78.446	-72	14/06/2023	02:56:37 a. m.	228.6	0.23	53.62	78.4478
141	14/06/2023 02:53	0.23	228.06	53.28	78.4451	-70	14/06/2023	02:55:37 a. m.	228.9	0.23	53.33	78.4469
142	14/06/2023 02:52	0.23	228.67	53.17	78.4443	-71	14/06/2023	02:54:36 a. m.	228.4	0.23	53.29	78.446
143	14/06/2023 02:51	0.23	228.78	52.96	78.4434	-73	14/06/2023	02:53:36 a. m.	228.1	0.23	53.28	78.4451
144	14/06/2023 02:50	0.23	229.11	53.02	78.4425	-69	14/06/2023	02:52:36 a. m.	228.7	0.23	53.17	78.4443
145	14/06/2023 02:49	0.23	228.62	53.04	78.4416	-69	14/06/2023	02:51:35 a. m.	228.8	0.23	52.96	78.4434
146	14/06/2023 02:48	0.23	228.25	53	78.4407	-70	14/06/2023	02:50:35 a. m.	229.1	0.23	53.02	78.4425
147	14/06/2023 02:47	0.23	228.23	53	78.4398	-71	14/06/2023	02:49:35 a. m.	228.6	0.23	53.04	78.4416
148	14/06/2023 02:46	0.23	228.12	52.86	78.4389	-70	14/06/2023	02:48:35 a. m.	228.2	0.23	53	78.4407
149	14/06/2023 02:45	0.23	228.78	53.06	78.4381	-72	14/06/2023	02:47:34 a. m.	228.2	0.23	53	78.4398
150	14/06/2023 02:44	0.23	228.56	52.83	78.4372	-69	14/06/2023	02:46:34 a. m.	228.1	0.23	52.86	78.4389
151	14/06/2023 02:43	0.23	228.8	53.29	78.4363	-71	14/06/2023	02:45:34 a. m.	228.8	0.23	53.06	78.4381
152	14/06/2023 02:42	0.23	228.74	53.5	78.4354	-71	14/06/2023	02:44:33 a. m.	228.6	0.23	52.83	78.4372
153	14/06/2023 02:41	0.23	228.7	53.29	78.4345	-72	14/06/2023	02:43:33 a. m.	228.8	0.23	53.29	78.4363
154	14/06/2023 02:40	0.23	228.78	53.2	78.4336	-71	14/06/2023	02:42:33 a. m.	228.7	0.23	53.5	78.4354
155	14/06/2023 02:39	0.23	228.87	53.08	78.4327	-69	14/06/2023	02:41:32 a. m.	228.7	0.23	53.29	78.4345
156	14/06/2023 02:37	0.23	228.78	53.03	78.4318	-70	14/06/2023	02:40:32 a. m.	228.8	0.23	53.2	78.4336
157	14/06/2023 02:36	0.23	228.8	53.17	78.4309	-69	14/06/2023	02:39:32 a. m.	228.9	0.23	53.08	78.4328
158	14/06/2023 02:35	0.23	228.76	53.28	78.4292	-72	14/06/2023	02:38:31 a. m.	228.7	0.23	52.97	78.4319
159	14/06/2023 02:34	0.23	228.94	53.36	78.4283	-71	14/06/2023	02:37:31 a. m.	228.8	0.23	53.03	78.431
160	14/06/2023 02:33	0.23	228.8	53.4	78.4274	-73	14/06/2023	02:36:31 a. m.	228.8	0.23	53.17	78.4301
161	14/06/2023 02:32	0.23	229.16	53.32	78.4265	-72	14/06/2023	02:35:30 a. m.	228.8	0.23	53.28	78.4292
162	14/06/2023 02:31	0.23	229.39	53.63	78.4257	-71	14/06/2023	02:34:30 a. m.	228.9	0.23	53.36	78.4283
163	14/06/2023 02:30	0.23	229.4	53.65	78.4248	-71	14/06/2023	02:33:30 a. m.	228.8	0.23	53.4	78.4274
164	14/06/2023 02:29	0.23	229.13	53.64	78.4239	-71	14/06/2023	02:32:29 a. m.	229.2	0.23	53.32	78.4265
165	14/06/2023 02:28	0.23	229.23	53.56	78.423	-70	14/06/2023	02:31:29 a. m.	229.4	0.23	53.63	78.4257
166	14/06/2023 02:27	0.23	229.24	53.79	78.4221	-72	14/06/2023	02:30:29 a. m.	229.4	0.23	53.65	78.4248
167	14/06/2023 02:26	0.23	229.1	53.49	78.4212	-71	14/06/2023	02:29:28 a. m.	229.1	0.23	53.64	78.4239
168	14/06/2023 02:25	0.23	229.45	53.7	78.4203	-73	14/06/2023	02:28:28 a. m.	229.2	0.23	53.56	78.423
169	14/06/2023 02:24	0.23	228.92	53.64	78.4194	-72	14/06/2023	02:27:28 a. m.	229.2	0.23	53.79	78.4221
170	14/06/2023 02:23	0.24	228.71	53.81	78.4185	-72	14/06/2023	02:26:27 a. m.	229.1	0.23	53.49	78.4212
171	14/06/2023 02:22	0.23	229.19	53.25	78.4176	-72	14/06/2023	02:25:27 a. m.	229.4	0.23	53.7	78.4203
172	14/06/2023 02:21	0.23	229.13	53.08	78.4167	-70	14/06/2023	02:24:27 a. m.	228.9	0.23	53.64	78.4194
173	14/06/2023 02:20	0.23	229.08	53.07	78.4158	-71	14/06/2023	02:23:26 a. m.	228.7	0.24	53.81	78.4185
174	14/06/2023 02:19	0.23	229.05	53.26	78.415	-70	14/06/2023	02:22:26 a. m.	229.2	0.23	53.25	78.4176
175	14/06/2023 02:18	0.23	228.86	52.95	78.4141	-72	14/06/2023	02:21:26 a. m.	229.1	0.23	53.08	78.4167
176	14/06/2023 02:17	0.23	228.48	53.04	78.4132	-71	14/06/2023	02:20:25 a. m.	229.1	0.23	53.07	78.4158
177	14/06/2023 02:16	0.23	228.63	53.38	78.4123	-73	14/06/2023	02:19:25 a. m.	229.1	0.23	53.26	78.415
178	14/06/2023 02:15	0.23	228.31	53	78.4114	-72	14/06/2023	02:18:25 a. m.	228.9	0.23	52.95	78.4141
179	14/06/2023 02:14	0.23	228.12	53.31	78.4105	-72	14/06/2023	02:17:24 a. m.	228.5	0.23	53.04	78.4132
180	14/06/2											

201	14/06/2023 01:52	0.23	228.34	53.53	78.391	-71	14/06/2023	01:55:17 a. m.	228.5	0.23	53.26	78.3937
202	14/06/2023 01:51	0.23	228.6	53.47	78.3902	-72	14/06/2023	01:54:17 a. m.	228.3	0.23	53.18	78.3928
203	14/06/2023 01:50	0.23	228.42	53.19	78.3893	-72	14/06/2023	01:53:17 a. m.	228.5	0.23	53.03	78.3919
204	14/06/2023 01:49	0.23	228.49	53.52	78.3884	-73	14/06/2023	01:52:16 a. m.	228.3	0.23	53.53	78.391
205	14/06/2023 01:48	0.23	228.37	53.24	78.3875	-71	14/06/2023	01:51:16 a. m.	228.6	0.23	53.47	78.3902
206	14/06/2023 01:47	0.23	228.31	53.28	78.3866	-72	14/06/2023	01:50:16 a. m.	228.4	0.23	53.19	78.3893
207	14/06/2023 01:46	0.23	228.36	53.04	78.3857	-72	14/06/2023	01:49:15 a. m.	228.5	0.23	53.52	78.3884
208	14/06/2023 01:45	0.23	228.23	53.22	78.3848	-71	14/06/2023	01:48:15 a. m.	228.4	0.23	53.24	78.3875
209	14/06/2023 01:44	0.23	228.6	52.91	78.3839	-73	14/06/2023	01:47:15 a. m.	228.3	0.23	53.28	78.3866
210	14/06/2023 01:43	0.23	228.68	53.47	78.3831	-71	14/06/2023	01:46:14 a. m.	228.4	0.23	53.04	78.3857
211	14/06/2023 01:42	0.23	228.54	53.1	78.3822	-72	14/06/2023	01:45:14 a. m.	228.2	0.23	53.22	78.3848
212	14/06/2023 01:41	0.23	228.6	53.14	78.3813	-71	14/06/2023	01:44:14 a. m.	228.6	0.23	52.91	78.3839
213	14/06/2023 01:40	0.23	228.82	53.09	78.3804	-71	14/06/2023	01:43:14 a. m.	228.7	0.23	53.47	78.3831
214	14/06/2023 01:39	0.23	228.47	53.19	78.3795	-72	14/06/2023	01:42:13 a. m.	228.5	0.23	53.1	78.3822
215	14/06/2023 01:38	0.23	228.61	53.11	78.3786	-72	14/06/2023	01:41:13 a. m.	228.6	0.23	53.14	78.3813
216	14/06/2023 01:37	0.23	228.47	53.38	78.3777	-72	14/06/2023	01:40:13 a. m.	228.8	0.23	53.09	78.3804
217	14/06/2023 01:36	0.23	228.25	53.07	78.3768	-71	14/06/2023	01:39:12 a. m.	228.5	0.23	53.19	78.3795
218	14/06/2023 01:35	0.23	228.74	53.46	78.376	-72	14/06/2023	01:38:12 a. m.	228.6	0.23	53.11	78.3786
219	14/06/2023 01:34	0.23	228.36	53.17	78.3751	-72	14/06/2023	01:37:12 a. m.	228.5	0.23	53.38	78.3777
220	14/06/2023 01:33	0.23	228.31	53.03	78.3742	-71	14/06/2023	01:36:11 a. m.	228.2	0.23	53.07	78.3768
221	14/06/2023 01:32	0.23	228.54	53.33	78.3733	-71	14/06/2023	01:35:11 a. m.	228.7	0.23	53.46	78.376
222	14/06/2023 01:31	0.23	228.31	53.11	78.3724	-71	14/06/2023	01:34:11 a. m.	228.4	0.23	53.17	78.3751
223	14/06/2023 01:30	0.23	227.69	52.98	78.3715	-70	14/06/2023	01:33:10 a. m.	228.3	0.23	53.03	78.3742
224	14/06/2023 01:29	0.23	227.77	53.23	78.3706	-72	14/06/2023	01:32:10 a. m.	228.5	0.23	53.33	78.3733
225	14/06/2023 01:27	0.23	228.06	53.14	78.3689	-72	14/06/2023	01:31:10 a. m.	228.3	0.23	53.11	78.3724
226	14/06/2023 01:26	0.23	227.79	53.48	78.368	-71	14/06/2023	01:30:09 a. m.	227.7	0.23	52.98	78.3715
227	14/06/2023 01:25	0.23	227.64	53.3	78.3671	-71	14/06/2023	01:29:09 a. m.	227.8	0.23	53.23	78.3706
228	14/06/2023 01:24	0.23	228.05	53.32	78.3662	-70	14/06/2023	01:28:09 a. m.	227.8	0.23	53.18	78.3698
229	14/06/2023 01:23	0.23	228	53.14	78.3653	-73	14/06/2023	01:27:08 a. m.	228.1	0.23	53.14	78.3689
230	14/06/2023 01:22	0.23	228.09	53.45	78.3644	-71	14/06/2023	01:26:08 a. m.	227.8	0.23	53.48	78.368
231	14/06/2023 01:21	0.23	227.39	53.21	78.3635	-73	14/06/2023	01:25:08 a. m.	227.6	0.23	53.3	78.3671
232	14/06/2023 01:20	0.24	227.66	53.52	78.3627	-71	14/06/2023	01:24:07 a. m.	228	0.23	53.32	78.3662
233	14/06/2023 01:19	0.23	227.35	53.25	78.3618	-73	14/06/2023	01:23:07 a. m.	228	0.23	53.14	78.3653
234	14/06/2023 01:18	0.23	227.68	53.4	78.3609	-72	14/06/2023	01:22:07 a. m.	228.1	0.23	53.45	78.3644
235	14/06/2023 01:17	0.23	227.67	53.25	78.36	-72	14/06/2023	01:21:06 a. m.	227.4	0.23	53.21	78.3635
236	14/06/2023 01:16	0.23	227.65	53.46	78.3591	-73	14/06/2023	01:20:06 a. m.	227.7	0.24	53.52	78.3627
237	14/06/2023 01:15	0.23	227.6	53.25	78.3582	-73	14/06/2023	01:19:06 a. m.	227.4	0.23	53.25	78.3618
238	14/06/2023 01:14	0.24	227.76	53.64	78.3573	-70	14/06/2023	01:18:05 a. m.	227.7	0.23	53.4	78.3609
239	14/06/2023 01:13	0.23	227.75	53.15	78.3564	-72	14/06/2023	01:17:05 a. m.	227.7	0.23	53.25	78.36
240	14/06/2023 01:12	0.23	227.57	53.31	78.3556	-73	14/06/2023	01:16:05 a. m.	227.6	0.23	53.46	78.3591
241	14/06/2023 01:11	0.23	227.76	53.41	78.3547	-75	14/06/2023	01:15:04 a. m.	227.6	0.23	53.25	78.3582
242	14/06/2023 01:10	0.23	227.54	53.43	78.3538	-72	14/06/2023	01:14:04 a. m.	227.8	0.24	53.64	78.3573
243	14/06/2023 01:09	0.23	227.62	53.13	78.3529	-72	14/06/2023	01:13:04 a. m.	227.7	0.23	53.15	78.3564
244	14/06/2023 01:08	0.24	227.53	53.59	78.352	-72	14/06/2023	01:12:03 a. m.	227.6	0.23	53.31	78.3556
245	14/06/2023 01:07	0.23	227.69	53.51	78.3511	-72	14/06/2023	01:11:03 a. m.	227.8	0.23	53.41	78.3547
246	14/06/2023 01:06	0.23	226.86	53.25	78.3502	-72	14/06/2023	01:10:03 a. m.	227.5	0.23	53.43	78.3538
247	14/06/2023 01:05	0.23	227.53	53.23	78.3493	-70	14/06/2023	01:09:03 a. m.	227.6	0.23	53.13	78.3529
248	14/06/2023 01:04	0.23	226.77	53.16	78.3484	-72	14/06/2023	01:08:02 a. m.	227.5	0.24	53.59	78.352
249	14/06/2023 01:03	0.23	226.89	53.15	78.3476	-72	14/06/2023	01:07:02 a. m.	227.7	0.23	53.51	78.3511
250	14/06/2023 01:02	0.24	227.11	53.76	78.3467	-73	14/06/2023	01:06:02 a. m.	226.9	0.23	53.25	78.3502
251	14/06/2023 01:01	0.24	227.16	54.17	78.3458	-72	14/06/2023	01:05:01 a. m.	227.5	0.23	53.23	78.3493
252	14/06/2023 01:00	0.24	227.42	53.92	78.3449	-71	14/06/2023	01:04:01 a. m.	226.8	0.23	53.16	78.3484
253	14/06/2023 00:59	0.24	227.32	54.02	78.344	-71	14/06/2023	01:03:01 a. m.	226.9	0.23	53.15	78.3476
254	14/06/2023 00:58	0.24	227.09	53.68	78.3431	-71	14/06/2023	01:02:00 a. m.	227.1	0.24	53.76	78.3467
255	14/06/2023 00:57	0.24	227.28	53.42	78.3422	-72	14/06/2023	01:01:00 a. m.	227.2	0.24	54.17	78.3458
256	14/06/2023 00:56	0.23	227.48	53.45	78.3413	-72	14/06/2023	01:00:00 a. m.	227.4	0.24	53.92	78.3449
257	14/06/2023 00:55	0.24	227.19	53.78	78.3404	-70	14/06/2023	12:58:59 a. m.	227.3	0.24	54.02	78.344
258	14/06/2023 00:54	0.24	227.42	53.82	78.3395	-72	14/06/2023	12:57:59 a. m.	227.1	0.24	53.68	78.3431
259	14/06/2023 00:53	0.23	227.27	53.38	78.3386	-71	14/06/2023	12:56:59 a. m.	227.3	0.24	53.42	78.3422
260	14/06/2023 00:52	0.24	227.07	53.44	78.3377	-69	14/06/2023	12:55:58 a. m.	227.5	0.23	53.45	78.3413
261	14/06/2023 00:51	0.23	227.51	53.19	78.3368	-72	14/06/2023	12:54:58 a. m.	227.2	0.24	53.78	78.3404
262	14/06/2023 00:50	0.23	227.25	52.87	78.3359	-72	14/06/2023	12:53:58 a. m.	227.4	0.24	53.82	78.3395
263	14/06/2023 00:49	0.23	227.16	53.07	78.3351	-71	14/06/2023	12:52:57 a. m.	227.3	0.23	53.38	78.3386
264	14/06/2023 00:48	0.23	227.31	52.75	78.3342	-71	14/06/2023	12:51:57 a. m.	227.1	0.24	53.44	78.3377
265	14/06/2023 00:47	0.23	227.67	52.97	78.3333	-72	14/06/2023	12:50:57 a. m.	227.5	0.23	53.19	78.3368
266	14/06/2023 00:46	0.23	226.74	52.85	78.3324	-72	14/06/2023	12:49:56 a. m.	227.3	0.23	52.87	78.3359
267	14/06/2023 00:45	0.23	227.05	53.26	78.3315	-72	14/06/2023	12:48:56 a. m.	227.2	0.23	53.07	78.3351
268	14/06/2023 00:44	0.23	227.15	53.19	78.3307	-72	14/06/2023	12:47:56 a. m.	227.3	0.23	52.75	78.3342
269	14/06/2023 00:43	0.24	227	53.42	78.3298	-72	14/06/2023	12:46:55 a. m.	227.7	0.23	52.97	78.3333
270	14/06/2023 00:42	0.24	226.79	53.33	78.3289	-73	14/06/2023	12:45:55 a. m.	226.7	0.23	52.85	78.3324
271	14/06/2023 00:41	0.23	226.94	53.3	78.328	-73	14/06/2023	12:44:55 a. m.	227.1	0.23	53.26	78.3315
272	14/06/2023 00:40	0.24	227.15	53.55	78.3271	-71	14/06/2023	12:43:54 a. m.	227.1	0.23	53.19	78.3307
273	14/06/2023 00:39	0.24	226.93	53.47	78.3262	-70	14/06/2023	12:42:54 a. m.	227	0.24	53.42	78.3298
274	14/06/2023 00:38	0.23	226.57	53.09	78.3253	-71	14/06/2023	12:41:54 a. m.	226.8	0.24	53.33	78.3289
275	14/06/2023 00:37	0.24	226.58	53.46	78.3244	-71	14/06/2023	12:40:53 a. m.	226.9	0.23	53.3	78.328
276	14/06/2023 00:36	0.24	226.32	53.51	78.3235	-71	14/06/2023	12:39:53 a. m.	227.1	0.24	53.55	78.3271
277	14/06/2023 00:35	0.23	226.45	53.1	78.3226	-70	14/06/2023	12:38:53 a. m.	226.9	0.24	53.47	78.3262
278	14/06/2023 00:34	0.23	226.52	53.19	78.3217	-68	14/06/2023	12:37:52 a. m.	226.6	0.23	53.09	78.3253
279	14/06/2023 00:33	0.24	226.4	53.37	78.3209	-69	14/06/2023	12:36:52 a. m.	226.6	0.24	53.46	78.3244
280	14/06/2023 00:32	0.23	226.11	52.77	78.32	-71	14/06/2023	12:35:52 a. m.	226.3	0.24	53.51	78

NODO 02

	Remoto				Memoria SD			
	i	v	rsi		v	i		
1	0.59	224.24	-69		224.2	0.59		
2	0.6	224.35	-69		224.4	0.6		
3	0.61	224.59	-67		224.6	0.61		
4	0.65	224.36	-66		224.4	0.65		
5	0.23	223.88	-65		223.9	0.23		
6	0.22	223.57	-69		223.6	0.22		
7	0.22	223.9	-67		223.9	0.22		
8	0.22	223.27	-67		223.3	0.22		
9	0.22	223.01	-66		223	0.22		
10	0.23	223.61	-69		223.6	0.23		
11	0.58	223.19	-67		223.2	0.58		
12	0.59	222.84	-66		222.8	0.59		
13	0.59	222.92	-67		222.9	0.59		
14	0.6	223.24	-67		223.2	0.6		
15	0.61	222.85	-70		222.8	0.61		
16	0.64	222.85	-67		222.8	0.64		
17	0.22	223.12	-66		223.1	0.22		
18	0.22	223.51	-67		223.5	0.22		
19	0.22	222.95	-69		223	0.22		
20	0.22	223.18	-67		223.2	0.22		
21	0.22	222.94	-69		222.9	0.22		
22	0.22	222.7	-69		222.7	0.22		
23	0.58	222.48	-66		222.5	0.58		
24	0.59	222.82	-67		222.8	0.59		
25	0.59	222.72	-66		222.7	0.59		
26	0.59	222.7	-67		222.7	0.59		
27	0.6	222.49	-66		222.5	0.6		
28	0.63	222.13	-69		222.1	0.63		
29	0.91	222.08	-67		222.1	0.91		
30	0.42	222.23	-71		222.2	0.42		
31	0.41	221.65	-67		221.6	0.41		
32	0.41	221.99	-70		222	0.41		
33	0.42	221.97	-67		222	0.42		
34	0.35	222.19	-65		222.2	0.35		
35	0.66	222.19	-65		222.2	0.66		
36	0.72	222.28	-66		222.3	0.72		
37	0.72	221.71	-65		221.7	0.72		
38	0.72	222.05	-64		222.1	0.72		
39	0.73	221.95	-63		221.9	0.73		
40	0.79	222.13	-66		222.2	0.75		
41	0.64	222.12	-66		222.1	0.79		
42	0.63	222.75	-63		222.1	0.64		
43	0.64	222.5	-64		222.8	0.63		
44	0.63	222.08	-64		222.5	0.64		
45	0.65	222.11	-66		222.1	0.63		
46	0.65	222.1	-65		222.1	0.65		
47	0.94	221.68	-66		222.1	0.65		
48	0.93	222.35	-64		221.7	0.94		
49	0.93	221.55	-63		222.3	0.93		
50	0.93	221.95	-64		221.6	0.93		
51	0.96	221.92	-64		221.9	0.93		
52	0.98	221.96	-66		221.9	0.96		
53	2.9	220.72	-66		222	0.98		
54	0.65	221.78	-66		220.7	2.9		
55	0.66	221.87	-65		221.8	0.65		
56	0.69	221.96	-63		221.9	0.66		
57	0.69	221.72	-64		222	0.69		
58	0.65	222.22	-65		221.7	0.69		
59	0.93	222.27	-63		222.2	0.65		
60	0.93	222.13	-64		222.3	0.93		
61	0.94	222.4	-61		222.1	0.93		
62	0.97	222.92	-63		222.4	0.94		
63	0.95	223.32	-64		222.9	0.97		
64	1.03	223.24	-62		223.3	0.95		
65	1.16	223.17	-64		223.2	1.03		
66	0.66	223.14	-62		223.2	1.16		
67	0.65	222.93	-62		223.1	0.66		
68	0.67	222.97	-64		222.9	0.65		
69	0.64	222.72	-69		223	0.67		
70	0.64	223.14	-65		222.7	0.64		
71	0.91	223.31	-69		223.1	0.64		
72	0.91	223.55	-67		223.3	0.91		
73	0.91	223.51	-67		223.5	0.91		
74	0.93	223.44	-67		223.5	0.91		
75	1	223.05	-65		223.4	0.93		
76	1.02	223.45	-64		223	1		
77	1.07	222.96	-66		223.4	1.02		
78	0.72	223.64	-65		223	1.07		
79	0.71	223.43	-65		223.6	0.72		
80	0.72	223.15	-65		223.4	0.71		
81	0.71	222.83	-64		223.1	0.72		
82	0.7	223.14	-65		222.8	0.71		
83	0.97	222.62	-63		223.1	0.7		
84	0.99	222.46	-65		222.6	0.97		
85	0.98	222.77	-65		222.5	0.99		
86	0.93	222.49	-65		222.8	0.98		
87	0.93	222.64	-67		222.5	0.93		
88	0.94	222.47	-67		222.6	0.93		
89	0.97	222.51	-65		222.5	0.94		
90	1.02	222.5	-67		222.5	0.97		
91	0.66	222.55	-67		222.5	1.02		
92	0.66	222.83	-65		222.6	0.66		
93	0.64	222.11	-66		222.8	0.66		
94	0.65	221.8	-69		222.1	0.64		
95	0.68	221.81	-66		221.8	0.65		
96	0.93	221.55	-67		221.8	0.68		
97	0.93	221.26	-65		221.6	0.93		
98	0.98	221.03	-67		221.3	0.93		
99	0.59	221.26	-67		221	0.98		
100	0.59	222.04	-67		221.3	0.59		

101	0.6	221.65	-66	222	0.59
102	0.6	221.02	-67	221.7	0.6
103	0.61	220.8	-65	221	0.6
104	0.64	221.49	-67	220.8	0.61
105	0.24	221.62	-69	221.5	0.64
106	0.24	221.76	-67	221.6	0.24
107	0.23	221.82	-65	221.8	0.24
108	0.24	221.9	-67	221.8	0.23
109	0.24	221.61	-67	221.9	0.24
110	0.24	220.81	-64	221.6	0.24
111	0.59	221.04	-67	220.8	0.24
112	0.59	218.92	-67	221	0.59
113	0.59	219.12	-65	218.9	0.59
114	0.59	218.83	-67	219.1	0.59
115	0.59	219.41	-67	218.8	0.59
116	0.59	220.51	-67	219.4	0.59
117	0.61	221.8	-67	220.5	0.59
118	0.63	221	-69	221.8	0.61
119	0.68	221.24	-66	221	0.63
120	0.24	221.65	-67	221.2	0.68
121	0.24	221.33	-67	221.7	0.24
122	0.24	221.7	-67	221.3	0.24
123	0.24	221.38	-69	221.7	0.24
124	0.24	221.48	-66	221.4	0.24
125	0.58	220.68	-67	221.5	0.24
126	0.58	220.89	-67	220.7	0.58
127	0.59	220.26	-69	220.9	0.58
128	0.58	219.75	-67	220.3	0.59
129	0.59	221.17	-65	219.7	0.58
130	0.59	220.1	-66	221.2	0.59
131	0.59	221.18	-66	220.1	0.59
132	0.59	221.15	-59	221.2	0.59
133	0.59	220.68	-69	221.2	0.59
134	0.59	220.98	-67	220.7	0.59
135	0.59	219.44	-66	221	0.59
136	0.59	220.41	-66	219.4	0.59
137	0.59	220.43	-67	220.4	0.59
138	0.64	220.33	-66	220.4	0.59
139	0.64	220.26	-66	220.3	0.64
140	0.64	220.04	-67	220.3	0.64
141	0.64	220.06	-67	220	0.64
142	0.64	219.84	-67	220.1	0.64
143	0.64	219.48	-66	219.8	0.64
144	0.64	219.57	-65	219.5	0.64
145	0.64	219.89	-67	219.6	0.64
146	0.65	219.47	-67	219.9	0.64
147	0.65	218.79	-67	219.5	0.65
148	0.64	219.99	-67	218.8	0.65
149	0.64	220.57	-67	220	0.64
150	0.65	219.4	-67	220.6	0.64
151	0.64	220.44	-67	219.4	0.65
152	0.64	220.98	-66	220.4	0.64
153	0.65	220.64	-67	221	0.64
154	0.66	221.07	-67	220.6	0.65
155	0.65	221.01	-66	221.1	0.66
156	0.65	221.09	-67	221	0.65
157	0.65	220.51	-69	221.1	0.65
158	0.65	221.12	-69	220.5	0.65
159	0.65	220.46	-66	221.1	0.65
160	0.65	221.85	-67	220.5	0.65
161	0.65	224.13	-67	221.8	0.65
162	0.66	224.42	-67	224.1	0.65
163	0.65	224.27	-66	224.4	0.66
164	0.66	224.35	-64	224.3	0.65
165	0.65	224.28	-67	224.4	0.66
166	0.66	224.38	-61	224.3	0.65
167	0.66	223.85	-65	224.4	0.66
168	0.65	224.17	-67	223.9	0.66
169	0.66	224.03	-67	224.2	0.65
170	0.66	223.88	-67	224	0.66
171	0.65	223.85	-66	223.9	0.66
172	0.66	222.24	-66	223.8	0.65
173	0.65	223.94	-67	222.2	0.66
174	0.66	224.21	-69	223.9	0.65
175	0.66	224.39	-65	224.2	0.66
176	0.65	221.32	-65	224.4	0.66
177	0.65	221.06	-66	221.3	0.65
178	0.66	221.1	-63	221.1	0.65
179	0.66	220.5	-67	221.1	0.66
180	0.66	224.3	-67	220.5	0.66
181	0.66	220.79	-66	224.3	0.66
182	0.7	223.69	-65	220.8	0.66
183	0.67	223.23	-66	223.7	0.7
184	0.66	223.1	-69	223.2	0.67
185	0.66	222.89	-64	223.1	0.66
186	0.66	222.9	-66	222.9	0.66
187	0.67	221.61	-66	222.9	0.66
188	0.67	222.53	-66	221.6	0.67
189	0.67	223.03	-67	222.5	0.67
190	0.67	222.85	-66	223	0.67
191	0.67	222.85	-69	222.9	0.67
192	0.67	223.08	-67	222.8	0.67
193	0.67	221.09	-66	223.1	0.67
194	0.67	222.35	-67	221.1	0.67
195	0.68	222.97	-65	222.4	0.67
196	0.68	223.78	-67	223	0.68
197	0.68	223.27	-65	223.8	0.68
198	0.68	222.92	-67	223.3	0.68
199	0.69	222.69	-66	222.9	0.68
200	0.68	223.09	-67	222.7	0.69

201	0.69	222.79	-65	223.1
202	0.69	222.87	-66	222.8
203	0.69	220.68	-66	222.9
204	0.69	222.64	-67	220.7
205	0.7	222.44	-65	222.6
206	0.7	221.75	-66	222.4
207	0.71	224.37	-67	221.8
208	0.7	224.39	-67	224.4
209	0.71	224.49	-67	224.4
210	1.07	223.75	-67	224.5
211	1.08	223.73	-69	223.8
212	1.12	224.3	-65	223.7
213	1.09	224.28	-66	224.3
214	1.09	224.05	-67	224.3
215	1.09	223.25	-67	224
216	1.1	222.84	-70	223.3
217	5.68	219.51	-67	222.8
218	5.75	219.33	-69	219.5
219	1.13	221.63	-66	219.3
220	5.97	219.9	-70	221.6
221	5.97	219.39	-63	219.9
222	5.85	218.79	-64	219.4
223	5.99	219.6	-67	218.8
224	0.86	221.84	-71	219.6
225	0.86	222.26	-67	221.8
226	0.86	221.52	-66	222.3
227	0.86	222.06	-73	221.5
228	1.04	220.78	-67	222.1
229	1.1	221.47	-69	220.8
230	1.12	220.9	-72	221.5
231	1.07	221.01	-72	220.9
232	1.05	221.68	-73	221
233	1.16	222.02	-69	221.7
234	1.07	221.41	-70	222
235	1.16	220.95	-71	221.4
236	1.05	221.18	-71	221
237	1.49	222.13	-69	221.2
238	1.44	221.68	-69	222.1
239	1.45	221.4	-67	221.7
240	1.47	222.37	-75	221.4
241	1.47	222.02	-81	222.4
242	1.53	222.84	-72	222
243	1.48	223.43	-73	222.8
244	1.45	223.89	-73	223.4
245	1.45	224.09	-75	223.9
246	1.5	222.19	-67	224.1
247	1.46	223.27	-71	222.2
248	1.47	222.66	-72	223.3
249	1.43	222.81	-75	222.7
250	1.49	220.86	-76	222.8
251	1.48	221.56	-74	220.9
252	1.47	222.12	-81	221.6
253	1.52	222.63	-72	222.1
254	1.59	223.97	-71	222.6
255	1.49	222.81	-69	224
256	1.51	222.46	-73	222.8
257	1.53	222.72	-68	222.5
258	1.56	222.35	-69	222.7
259	1.57	222.39	-69	222.3
260	1.6	222.36	-77	222.4
261	1.48	222.34	-73	222.4
262	1.51	221.2	-70	222.3
263	1.56	222.11	-70	221.2
264	1.51	222.06	-72	222.1
265	1.6	222.47	-69	222.1
266	1.58	222.36	-70	222.5
267	1.56	222.32	-71	222.4
268	1.48	222.22	-66	222.3
269	1.5	220.25	-70	222.2
270	1.51	221.01	-66	220.2
271	1.51	221.34	-66	221
272	1.52	221.68	-66	221.3
273	1.52	221.43	-70	221.7
274	1.5	219.53	-69	221.4
275	1.45	219.17	-63	219.5
276	1.52	218.7	-69	219.2
277	1.51	219.77	-70	218.7
278	1.79	219.96	-71	219.8
279	1.68	219.27	-79	220
280	1.74	218.92	-73	219.3
281	1.74	220.17	-72	218.9
282	6.26	217.77	-74	220.2
283	6.18	218.07	-70	217.8
284	1.67	220.53	-73	218.1
285	1.62	221.04	-72	220.5
286	1.67	220.37	-75	221
287	1.54	220.6	-72	220.4
288	1.34	220.86	-72	220.6
289	1.54	220.22	-73	220.9
290	1.58	220.44	-70	220.2
291	1.54	220.99	-69	220.4
292	1.53	220.28	-72	221
293	1.58	220.6	-66	220.3
294	1.52	220.35	-72	220.6
295	1.75	220.18	-70	220.4
296	1.74	220.18	-70	220.2
297	1.7	219.84	-69	220.2
298	1.66	221.37	-71	219.8
299	1.55	220.9	-66	221.4
300	1.45	221.66	-67	220.9
301	1.43	220.64	-65	221.7
302	1.6	220.48	-69	220.6
303	1.67	219.55	-69	220.5
304	1.69	220.27	-69	219.5
305	1.53	220.15	-67	220.3
306	1.47	220.41	-67	220.2
307	1.55	219.87	-69	220.4
308	1.55	221.77	-71	219.9
309	1.48	222.28	-69	221.8
310	1.59	222.09	-71	222.3

NODO 3

	Remoto						Memoria SD					
	i	v	P	E	rssi		v	i	P	E		
1	0.7	227.19	160.14	52.97	-66		227.2	0.7	160.14	52.97		
2	0.7	227.01	159.75	52.9673	-62		227	0.7	159.75	52.9673		
3	0.7	226.92	159.89	52.9646	-62		226.9	0.7	159.89	52.9646		
4	0.7	226.89	159.91	52.962	-65		226.9	0.7	159.91	52.962		
5	0.7	227.16	159.71	52.9593	-63		227.2	0.7	159.71	52.9593		
6	0.79	227.2	180.27	52.9566	-63		227.2	0.79	180.27	52.9566		
7	0.7	227.12	159.61	52.9536	-66		227.1	0.7	159.61	52.9536		
8	0.7	227.42	160.26	52.951	-65		227.4	0.7	160.26	52.951		
9	0.71	227.14	160.46	52.9483	-64		227.1	0.71	160.46	52.9483		
10	0.7	227.24	160.02	52.9456	-66		227.2	0.7	160.02	52.9456		
11	0.71	227.28	160.37	52.943	-64		227.3	0.71	160.37	52.943		
12	0.7	227.02	159.52	52.9403	-64		227	0.7	159.52	52.9403		
13	0.7	226.73	159.71	52.9376	-63		226.7	0.7	159.71	52.9376		
14	0.7	227.01	159.51	52.935	-64		227	0.7	159.51	52.935		
15	0.7	226.98	159.08	52.9323	-64		227	0.7	159.08	52.9323		
16	0.7	227.4	160.2	52.9297	-65		227.4	0.7	160.2	52.9297		
17	0.7	227.16	159.88	52.927	-66		227.2	0.7	159.88	52.927		
18	0.7	227.47	160.01	52.9243	-64		227.5	0.7	160.01	52.9243		
19	0.7	227.39	160.1	52.9217	-66		227.4	0.7	160.1	52.9217		
20	0.71	227.52	160.76	52.919	-66		227.5	0.71	160.76	52.919		
21	0.71	227.44	160.41	52.9163	-64		227.4	0.71	160.41	52.9163		
22	0.7	227.3	160.17	52.9137	-66		227.3	0.7	160.17	52.9137		
23	0.71	227.2	160.27	52.911	-64		227.2	0.71	160.27	52.911		
24	0.71	227.41	160.41	52.9083	-65		227.4	0.71	160.41	52.9083		
25	0.7	226.42	158.64	52.9056	-66		226.4	0.7	158.64	52.9056		
26	0.7	226.29	158.77	52.903	-64		226.3	0.7	158.77	52.903		
27	0.7	226.38	158.54	52.9003	-64		226.4	0.7	158.54	52.9003		
28	0.7	226.29	158.77	52.8977	-64		226.3	0.7	158.77	52.8977		
29	0.7	226.2	159.23	52.8951	-66		226.2	0.7	159.23	52.8951		
30	0.7	226.58	159.32	52.8924	-65		226.6	0.7	159.32	52.8924		
31	0.7	226.54	158.71	52.8897	-66		226.5	0.7	158.71	52.8897		
32	0.7	226.52	159.1	52.8871	-65		226.5	0.7	159.1	52.8871		
33	0.71	227.39	160.76	52.8844	-64		227.4	0.71	160.76	52.8844		
34	0.7	226.42	158.58	52.8818	-65		226.4	0.7	158.58	52.8818		
35	0.7	226.52	158.78	52.8791	-64		226.5	0.7	158.78	52.8791		
36	0.7	226.74	159.11	52.8765	-64		226.7	0.7	159.11	52.8765		
37	0.7	226.32	158.72	52.8738	-64		226.3	0.7	158.72	52.8738		
38	0.7	226.34	158.87	52.8712	-66		226.3	0.7	158.87	52.8712		
39	0.92	226.21	207.07	52.8685	-65		226.2	0.92	207.07	52.8685		
40	0.95	225.99	214.39	52.8651	-66		226	0.95	214.39	52.8651		
41	0.96	225.4	216.32	52.8615	-66		225.4	0.96	216.32	52.8615		
42	0.91	225.81	205.71	52.8579	-65		225.8	0.91	205.71	52.8579		
43	0.91	225.75	206.31	52.8545	-67		225.8	0.91	206.31	52.8545		
44	0.91	225.77	204.94	52.851	-66		225.8	0.91	204.94	52.851		
45	0.91	225.9	206.48	52.8476	-66		225.9	0.91	206.48	52.8476		
46	0.91	225.93	206.49	52.8442	-67		225.9	0.91	206.49	52.8442		
47	0.96	226.11	217.16	52.8407	-67		226.1	0.96	217.16	52.8407		
48	0.91	225.8	206.31	52.8371	-66		225.8	0.91	206.31	52.8371		
49	0.92	225.65	206.64	52.8337	-64		225.7	0.92	206.64	52.8337		
50	0.91	225.8	205.47	52.8302	-67		225.8	0.91	205.47	52.8302		
51	0.92	225.71	207.67	52.8268	-65		225.7	0.92	207.67	52.8268		
52	0.92	225.53	206.57	52.8233	-64		225.5	0.92	206.57	52.8233		
53	0.96	225.34	215.46	52.8199	-64		225.3	0.96	215.46	52.8199		
54	0.95	225.63	214.23	52.8163	-67		225.6	0.95	214.23	52.8163		
55	0.91	226.18	206.23	52.8128	-66		226.2	0.91	206.23	52.8128		
56	0.91	226.59	207.17	52.8093	-64		226.6	0.91	207.17	52.8093		
57	0.91	225.87	204.43	52.8059	-66		225.9	0.91	204.43	52.8059		
58	0.92	226.19	207.68	52.8025	-65		226.2	0.92	207.68	52.8025		
59	0.95	226.32	216.04	52.799	-65		226.3	0.95	216.04	52.799		
60	0.95	222.37	212.07	52.7954	-66		222.4	0.95	212.07	52.7954		
61	0.91	226.51	205.83	52.7919	-66		226.5	0.91	205.83	52.7919		
62	0.92	226.74	209.66	52.7884	-65		226.7	0.92	209.66	52.7884		
63	0.92	226.93	207.92	52.7849	-66		226.9	0.92	207.92	52.7849		
64	0.91	227.04	207.73	52.7815	-66		227	0.91	207.73	52.7815		
65	0.91	226.73	205.85	52.778	-66		226.7	0.91	205.85	52.778		
66	0.96	226.32	218.13	52.7746	-67		226.3	0.96	218.13	52.7746		
67	0.91	226.67	207.17	52.7709	-66		226.7	0.91	207.17	52.7709		
68	0.92	224.14	206.19	52.7675	-66		224.1	0.92	206.19	52.7675		
69	0.9	226.69	204.95	52.764	-66		226.7	0.9	204.95	52.764		
70	0.92	226.73	207.69	52.7606	-66		226.7	0.92	207.69	52.7606		
71	0.91	226.63	206.54	52.7572	-66		226.6	0.91	206.54	52.7572		
72	0.85	226.9	192.45	52.7537	-71		226.9	0.85	192.45	52.7537		
73	0.8	226.88	181.17	52.7505	-67		226.9	0.8	181.17	52.7505		
74	0.79	226.53	179.82	52.7475	-69		226.5	0.79	179.82	52.7475		
75	0.81	227.11	182.85	52.7445	-69		227.1	0.81	182.85	52.7445		
76	0.81	227.18	182.89	52.7415	-67		227.2	0.81	182.89	52.7415		
77	0.79	226.56	178.63	52.7384	-67		226.6	0.79	178.63	52.7384		
78	0.69	225.78	156.44	52.7328	-69		226.2	0.69	156.44	52.7328		
79	0.64	225.53	143.89	52.7302	-69		225.8	0.64	143.89	52.7302		
80	0.63	225.77	141.43	52.7278	-67		225.5	0.63	141.43	52.7278		
81	0.63	225.52	142.87	52.7255	-66		225.8	0.63	142.87	52.7255		
82	0.68	225.16	152.47	52.7231	-67		225.5	0.63	142.87	52.7255		
83	0.69	225.54	154.8	52.7206	-66		225.2	0.68	152.47	52.7231		
84	0.69	225.19	155.42	52.718	-69		225.5	0.69	154.8	52.7206		
85	0.63	225.44	142.76	52.7154	-58		225.2	0.69	155.42	52.718		
86	0.64	225.34	144.23	52.713	-67		225.4	0.63	142.76	52.7154		
87	0.64	225.14	143.68	52.7106	-69		225.3	0.64	144.23	52.713		
88	0.65	225.05	145.47	52.7082	-67		225.1	0.64	143.68	52.7106		
89	0.69	224.87	156.01	52.7058	-67		225.1	0.65	145.47	52.7082		
90	0.68	225.13	154.17	52.7032	-67		224.9	0.69	156.01	52.7058		
91	0.64	225.63	144.65	52.7006	-67		225.1	0.68	154.17	52.7032		
92	0.64	224.87	143.53	52.6982	-66		225.6	0.64	144.65	52.7006		
93	0.64	224.61	144.28	52.6958	-66		224.9	0.64	143.53	52.6982		
94	0.64	224.65	143	52.6934	-67		224.6	0.64	144.28	52.6958		
95	0.69	224.18	154.13	52.691	-66		224.6	0.64	143	52.6934		
96	0.7	224.41	156.51	52.6884	-67		224.2	0.69	154.13	52.691		
97	0.65	224.19	145.39	52.6858	-67		224.4	0.7	156.51	52.6884		
98	0.64	223.96	144.02	52.6834	-60		224.2	0.65	145.39	52.6858		
99	0.65	223.16	145.7	52.681	-69		224	0.64	144.02	52.6834		

100	0.63	223.57	141.94	52.6786	-66	223.2	0.65	145.7	52.681
101	0.65	223.25	145.77	52.6762	-67	223.6	0.63	141.94	52.6786
102	0.69	223.37	154.13	52.6738	-67	223.2	0.65	145.77	52.6762
103	0.65	222.82	144.24	52.6712	-69	223.4	0.69	154.13	52.6738
104	0.65	222.8	144.81	52.6688	-67	222.8	0.65	144.24	52.6712
105	0.66	223.06	146.71	52.6664	-67	222.8	0.65	144.81	52.6688
106	0.65	222.56	143.78	52.664	-69	223.1	0.66	146.71	52.6664
107	0.66	223.24	147.36	52.6616	-67	222.6	0.65	143.78	52.664
108	0.71	223.21	158.2	52.6591	-69	223.2	0.66	147.36	52.6616
109	0.65	224.22	145.18	52.6565	-67	223.2	0.71	158.2	52.6591
110	0.68	223.49	152.65	52.6541	-67	224.2	0.65	145.18	52.6565
111	0.64	224.34	144.32	52.6515	-67	223.5	0.68	152.65	52.6541
112	0.65	224.16	145.88	52.6491	-67	224.3	0.64	144.32	52.6515
113	0.65	222.9	143.94	52.6467	-67	224.2	0.65	145.88	52.6491
114	0.7	223.29	156.75	52.6443	-67	222.9	0.65	143.94	52.6467
115	0.65	223.98	144.51	52.6417	-67	223.3	0.7	156.75	52.6443
116	0.65	223.59	145.86	52.6393	-67	224	0.65	144.51	52.6417
117	0.65	223.76	145.55	52.6368	-69	223.6	0.65	145.86	52.6393
118	0.65	224.12	146.04	52.6344	-66	223.8	0.65	145.55	52.6368
119	0.64	224.23	144.16	52.632	-67	224.1	0.65	146.04	52.6344
120	0.7	224.52	157.63	52.6296	-67	224.2	0.64	144.16	52.632
121	0.64	225.48	144.65	52.6269	-66	224.5	0.7	157.63	52.6296
122	0.65	224.34	145.14	52.6245	-69	225.5	0.64	144.65	52.6269
123	0.65	224.99	145.78	52.6221	-63	224.3	0.65	145.14	52.6245
124	0.65	224.97	147.33	52.6197	-65	225	0.65	145.78	52.6221
125	0.65	224.19	145.92	52.6172	-67	225	0.65	147.33	52.6197
126	0.71	224.16	159.89	52.6148	-69	224.2	0.65	145.92	52.6172
127	0.67	223.94	149.95	52.6121	-67	224.2	0.71	159.89	52.6148
128	0.65	223.02	144.89	52.6096	-67	223.9	0.67	149.95	52.6121
129	0.65	224.04	145.77	52.6072	-67	223	0.65	144.89	52.6096
130	0.66	223.93	148.55	52.6048	-66	224	0.65	145.77	52.6072
131	0.65	222.69	145.02	52.6023	-66	223.9	0.66	148.55	52.6048
132	0.7	223.83	155.81	52.5999	-67	222.7	0.65	145.02	52.6023
133	0.65	223.52	145.23	52.5973	-67	223.8	0.7	155.81	52.5999
134	0.65	223.02	145.86	52.5949	-67	223.5	0.65	145.23	52.5973
135	0.65	222.51	144.89	52.5924	-67	223	0.65	145.86	52.5949
136	0.66	222.91	147.18	52.59	-66	222.5	0.65	144.89	52.5924
137	0.66	222.88	146.04	52.5876	-69	222.9	0.66	147.18	52.59
138	0.71	223.01	157.95	52.5851	-67	222.9	0.66	146.04	52.5876
139	0.64	222.78	143.63	52.5825	-66	223	0.71	157.95	52.5851
140	0.64	222.6	143.08	52.5801	-67	222.8	0.64	143.63	52.5825
141	0.65	222.59	145.4	52.5777	-69	222.6	0.64	143.08	52.5801
142	0.65	224.17	146.01	52.5753	-59	222.6	0.65	145.4	52.5777
143	0.67	224.83	151.01	52.5729	-67	224.2	0.65	146.01	52.5753
144	0.71	225	160.39	52.5704	-66	224.8	0.67	151.01	52.5729
145	0.72	224.31	160.39	52.5677	-67	225	0.71	160.39	52.5704
146	0.67	223.66	149.73	52.565	-67	224.3	0.72	160.39	52.5677
147	0.67	223.24	148.93	52.5625	-67	223.7	0.67	149.73	52.565
148	0.66	221.68	147.09	52.56	-67	223.2	0.67	148.93	52.5625
149	0.67	221.09	147.52	52.5576	-69	221.7	0.66	147.09	52.56
150	0.72	219.76	157.53	52.5551	-66	221.1	0.67	147.52	52.5576
151	0.71	224.59	160.08	52.5525	-67	219.8	0.72	157.53	52.5551
152	0.68	224.31	152.97	52.5498	-67	224.6	0.71	160.08	52.5525
153	0.68	222.09	150.49	52.5473	-69	224.3	0.68	152.97	52.5498
154	0.69	222.39	153.93	52.5448	-66	222.1	0.68	150.49	52.5473
155	0.66	223.01	147.53	52.5422	-66	222.4	0.69	153.93	52.5448
156	0.72	217.01	156.49	52.5397	-69	223	0.66	147.53	52.5422
157	0.97	216.6	210.5	52.5371	-67	217	0.72	156.49	52.5397
158	0.92	216.89	200.37	52.5336	-66	216.6	0.97	210.5	52.5371
159	0.93	217.69	201.54	52.5303	-69	216.9	0.92	200.37	52.5336
160	0.93	213.17	197.26	52.5269	-67	217.7	0.93	201.54	52.5303
161	0.93	213.92	199.72	52.5236	-67	213.2	0.93	197.26	52.5269
162	0.99	213.1	210.35	52.5203	-67	213.9	0.93	199.72	52.5236
163	0.98	218.25	214.34	52.5168	-67	213.1	0.99	210.35	52.5203
164	0.94	224.05	210.12	52.5132	-67	218.3	0.98	214.34	52.5168
165	1.14	222.03	252.56	52.5097	-67	224.1	0.94	210.12	52.5132
166	1.15	222.73	255.29	52.5055	-67	222	1.14	252.56	52.5097
167	1.15	222.55	256.58	52.5013	-69	222.7	1.15	255.29	52.5055
168	1.2	222.25	265.8	52.497	-66	222.6	1.15	256.58	52.5013
169	1.19	220.69	262.29	52.4926	-67	222.3	1.2	265.8	52.497
170	1.14	222.1	253.14	52.4882	-67	220.7	1.19	262.29	52.4926
171	1.14	222.04	253.93	52.484	-69	222.1	1.14	253.14	52.4882
172	1.13	221.8	250.59	52.4797	-67	222	1.14	253.93	52.484
173	1.13	221.77	250.4	52.4756	-65	221.8	1.13	250.59	52.4797
174	1.18	222.46	262.05	52.4714	-65	221.8	1.13	250.4	52.4756
175	0.97	222.98	215.47	52.467	-67	222.5	1.18	262.05	52.4714
176	0.98	224.07	220.22	52.4634	-70	223	0.97	215.47	52.467
177	0.97	224.26	218.35	52.4598	-67	224.1	0.98	220.22	52.4634
178	0.98	224.09	218.59	52.4561	-69	224.3	0.97	218.35	52.4598
179	0.97	223.62	217.44	52.4525	-68	224.1	0.98	218.59	52.4561
180	0.97	223.16	217.08	52.4489	-69	223.6	0.97	217.44	52.4525
181	1.11	223.08	246.78	52.4452	-75	223.2	0.97	217.08	52.4489
182	1.05	222.32	233.2	52.4411	-67	223.1	1.11	246.78	52.4452
183	1.26	222.1	279.19	52.4372	-67	222.3	1.05	233.2	52.4411
184	1.27	222.79	281.86	52.4326	-66	222.1	1.26	279.19	52.4372
185	1.18	221.45	261.31	52.4279	-66	222.8	1.27	281.86	52.4326
186	1.19	222.76	265.93	52.4235	-65	221.4	1.18	261.31	52.4279
187	1.35	222.56	299.44	52.4191	-66	222.8	1.19	265.93	52.4235
188	1.2	222.06	265.86	52.4141	-66	222.6	1.35	299.44	52.4191
189	1.24	223.28	276.52	52.4097	-66	222.1	1.2	265.86	52.4141
190	1.27	222.89	284.06	52.4051	-63	223.3	1.24	276.52	52.4097
191	1.21	223.16	270.68	52.4003	-66	222.9	1.27	284.06	52.4051
192	1.2	223.21	268.06	52.3958	-69	223.2	1.21	270.68	52.4003
193	1.25	222.14	277.98	52.3914	-69	223.2	1.2	268.06	52.3958
194	1.24	223.1	276.78	52.3867	-66	222.1	1.25	277.98	52.3914
195	1.2	223.28	267.31	52.3821	-66	223.1	1.24	276.78	52.3867
196	6.16	221.61	1364.85	52.3777	-69	223.3	1.2	267.31	52.3821
197	6.14	221.48	1360.2	52.3549	-67	221.6	6.16	1364.85	52.3777
198	1.23	222.16	273.79	52.3322	-65	221.5	6.14	1360.2	52.3549
199	1.31	224.37	294.35	52.3277	-67	222.2	1.23	273.79	52.3322
200	1.21	222.65	268.99	52.3228	-68	224.4	1.31	294.35	52.3277

201	1.19	222.87	265.3	52.3183	-67	222.7	1.21	268.99	52.3228
202	6.09	224.04	1344.04	52.3185	-65	222.9	1.19	265.3	52.3183
203	6.12	220.69	1350.21	52.2915	-65	220.7	6.09	1344.04	52.3139
204	5.85	220.48	1290.46	52.269	-66	220.7	6.12	1350.21	52.2915
205	1.25	222.63	278.45	52.2475	-66	220.5	5.85	1290.46	52.269
206	1.21	222.19	268.21	52.2428	-66	222.2	1.25	278.45	52.2475
207	1.2	221.42	264.71	52.2383	-67	222.6	1.21	268.21	52.2428
208	1.16	222.13	260.52	52.2339	-67	222.4	1.2	264.71	52.2383
209	1.24	221.79	275.57	52.2293	-69	222.1	1.26	280.52	52.2339
210	1.21	221.09	268.15	52.2247	-67	221.8	1.24	275.57	52.2293
211	1.27	220.98	281.11	52.2202	-64	221.1	1.21	268.15	52.2247
212	1.26	221.16	277.68	52.2155	-66	221	1.27	281.11	52.2202
213	1.21	220.91	267.52	52.2109	-66	221.2	1.26	277.68	52.2155
214	1.24	220.92	273.18	52.2062	-65	220.9	1.21	267.52	52.2109
215	1.21	221.18	266.95	52.2019	-65	220.9	1.24	273.18	52.2064
216	1.24	221.88	274.48	52.1974	-66	221.2	1.21	266.95	52.2019
217	1.34	221.49	296.27	52.1928	-69	221.9	1.24	274.48	52.1974
218	1.26	220.55	276.84	52.1879	-69	221.5	1.34	296.27	52.1929
219	1.12	220.93	246.36	52.1833	-66	220.6	1.26	276.84	52.1879
220	1.09	221.02	241.68	52.1792	-67	220.9	1.12	246.36	52.1833
221	1.08	221.26	239.28	52.1752	-70	221	1.09	241.68	52.1792
222	1.23	221.62	273.51	52.1712	-70	221.3	1.08	239.28	52.1752
223	1.42	222.11	314.9	52.1666	-67	221.6	1.23	273.51	52.1712
224	1.39	221.05	307.48	52.1614	-67	222.1	1.42	314.9	52.1666
225	1.28	221.35	283.27	52.1562	-67	221.1	1.39	307.48	52.1614
226	1.28	215.68	275.57	52.1515	-67	221.3	1.28	283.27	52.1563
227	1.31	215.45	281.97	52.1469	-67	215.7	1.28	275.57	52.1515
228	1.3	214.9	279.05	52.1422	-66	215.5	1.31	281.97	52.1469
229	1.4	215.23	300.62	52.1376	-63	214.9	1.3	279.05	52.1422
230	1.25	214.29	268.08	52.1326	-69	215.2	1.4	300.62	52.1376
231	1.14	215.12	244.2	52.1281	-59	214.3	1.25	268.08	52.1326
232	1.19	214.6	254.46	52.124	-70	215.1	1.14	244.2	52.1281
233	1.2	215.52	259.56	52.1198	-71	214.6	1.19	254.46	52.124
234	1.16	215.6	249.51	52.1155	-69	215.5	1.2	259.56	52.1198
235	1.22	215.5	262.72	52.1113	-69	215.6	1.16	249.51	52.1155
236	1.29	214.52	276.17	52.1069	-67	215.5	1.22	262.72	52.1113
237	1.3	213.68	278.23	52.1023	-71	214.5	1.29	276.17	52.1069
238	1.49	212.81	316.8	52.0977	-67	214.5	1.3	278.23	52.1023
239	1.79	214.81	385.38	52.0924	-66	212.8	1.49	316.8	52.0977
240	1.84	214.89	394.66	52.086	-67	214.8	1.79	385.38	52.0924
241	1.8	214.21	384.75	52.0794	-65	214.9	1.84	394.66	52.086
242	1.9	214.73	407.74	52.073	-67	214.2	1.8	384.75	52.0794
243	1.58	214.58	339.58	52.0662	-64	214.7	1.9	407.74	52.073
244	1.59	214.71	342.03	52.0606	-65	214.6	1.58	339.58	52.0662
245	1.61	217.82	350.06	52.0549	-67	214.7	1.59	342.03	52.0605
246	1.3	220.4	285.93	52.049	-67	217.8	1.61	350.06	52.0549
247	1.15	220.85	253.61	52.0443	-67	220.4	1.3	285.93	52.049
248	1.19	219.47	261.28	52.04	-68	220.8	1.15	253.61	52.0443
249	1.19	221.69	264.31	52.0357	-70	219.5	1.19	261.28	52.04
250	1.14	222.06	253.65	52.0313	-69	219.5	1.19	264.31	52.0357
251	1.15	221.9	255.77	52.027	-67	222.1	1.14	253.65	52.0313
252	1.18	222.74	262.1	52.0228	-66	221.9	1.15	255.77	52.027
253	1.16	223.56	259.16	52.0184	-69	222.7	1.18	262.1	52.0228
254	1.23	223.28	273.53	52.0141	-68	223.6	1.16	259.16	52.0184
255	1.21	225.07	271.82	52.0095	-69	223.3	1.23	273.53	52.0141
256	1.31	223.12	291.4	52.005	-67	225.1	1.21	271.82	52.0095
257	1.07	222.71	238.63	52.0001	-67	223.1	1.31	291.4	52.005
258	1.16	224.18	259.28	51.9962	-67	222.7	1.07	238.63	52.0001
259	1.11	222.45	245.86	51.9918	-67	224.2	1.16	259.28	51.9962
260	1.17	222.88	260.6	51.9877	-65	222.5	1.11	245.86	51.9918
261	1.09	222.19	241.63	51.9834	-67	222.9	1.17	260.6	51.9877
262	1.49	223.45	319.94	51.9794	-67	222.9	1.09	241.63	51.9834
263	1.08	222.3	239.66	51.9753	-66	223.5	1.09	244.1	51.9794
264	1.06	222.71	236.06	51.9713	-67	222.3	1.08	239.66	51.9753
265	1.09	222.31	242.04	51.9674	-66	222.7	1.06	236.06	51.9713
266	1.15	222.26	254.78	51.9633	-67	222.3	1.09	242.04	51.9674
267	1.09	222.15	242.92	51.9591	-67	222.3	1.15	254.78	51.9633
268	1.13	222.7	251.86	51.9544	-68	222.1	1.09	242.92	51.9591
269	1.1	222.99	244.28	51.9509	-67	222.7	1.13	251.86	51.955
270	1.13	223.2	252.32	51.9468	-66	223	1.1	244.28	51.9508
271	1.12	223.22	250.35	51.9426	-67	223.2	1.13	252.32	51.9468
272	1.2	222.67	268.23	51.9384	-67	223.2	1.12	250.35	51.9426
273	1.2	222.75	266.53	51.9339	-65	222.7	1.2	268.23	51.9384
274	1.2	222.73	267.92	51.9295	-69	222.7	1.2	266.53	51.9339
275	1.2	223.13	268.68	51.925	-70	222.7	1.2	267.92	51.9295
276	1.19	222.82	265.83	51.9205	-71	223.1	1.2	268.68	51.925
277	1.2	220.88	265.68	51.9161	-67	222.8	1.19	265.83	51.9205
278	1.27	220.37	279.46	51.9117	-67	220.9	1.2	265.68	51.9161
279	1.19	220.72	262.83	51.9077	-67	220.4	1.27	279.46	51.9117
280	1.16	220.9	270.9	51.9026	-66	220.7	1.19	262.83	51.9077
281	1.25	220.85	277.14	51.898	-69	220.9	1.16	270.9	51.9026
282	1.14	221	251.03	51.8934	-67	220.9	1.25	277.14	51.898
283	1.16	220.85	255.68	51.8892	-67	221	1.14	251.03	51.8934
284	1.2	219.49	263.06	51.8849	-69	220.9	1.16	255.68	51.8892
285	1.22	221.03	269.23	51.8806	-66	220.5	1.2	263.06	51.8849
286	1.15	219.79	253.7	51.8761	-66	221	1.22	269.23	51.8805
287	1.24	221.23	274.42	51.8718	-66	219.8	1.15	253.7	51.8761
288	1.13	221.8	250.98	51.8673	-67	221.2	1.24	274.42	51.8718
289	1.15	221.11	254.01	51.8631	-67	221.8	1.13	250.98	51.8673
290	1.17	219.87	257.99	51.8588	-70	221.1	1.15	254.01	51.8631
291	1.17	222.05	259.26	51.8545	-72	219.8	1.17	257.99	51.8588
292	1.14	221.66	253.52	51.8502	-67	222	1.17	259.26	51.8545
293	1.11	221.69	245.99	51.846	-69	221.7	1.14	253.52	51.8502
294	1.14	221.08	252.96	51.8419	-68	221.7	1.11	245.99	51.846
295	1.12	223.57	250.11	51.8377	-69	221.1	1.14	252.96	51.8419
296	1.17	223.41	260.33	51.8335	-67	223.6	1.12	250.11	51.8377
297	1.24	222.56	276.53	51.8292	-69	223.6	1.17	260.33	51.8335
298	1.19	221.58	263.83	51.8246	-65	223.6	1.24	276.53	51.8292
299	1.19	222.96	266.1	51.8202	-59	221.6	1.19	263.83	51.8246
300	1.11	221.31	246.16	51.8157	-72	223	1.19	266.1	51.8202
301	1.25	218.91	273.81	51.8115	-70	221.3	1.11	246.16	51.8157
302	1.21	219.32	264.93	51.8072	-69	221.8	1.25	273.81	51.8115
303	1.33	219.08	292.4	51.8028	-70	222	1.16	258.28	51.8072
304	1.17	219.42	255.75	51.8027	-69	221	1.17	255.75	51.803
305	1.32	219.42	288.94	51.8027	-69	221.1	1.2	265.16	51.7988
306	1.16	220	254.3	51.8027	-67	221.7	1.2	266.45	51.7943
307	1.22	219.88	269.31	51.8027	-70	221.4	1.16	254.3	51.8027
308	1.33	219.62	292.8	51.8027	-67	221.3	1.22	275.4	51.7899
309	1.17	218.1	254.9	51.8027	-67	220.7	1.13	249.08	51.7853
310	1.28	217.59	279.56	51.8027	-72	219.3	1.28	269.46	51.7769
311	1.17	217.67	253.65	51.8027	-69	220.3	1.17	258.35	51.7724
312	1.22	219.03	267.47	51.8027	-69	216.7	1.37	297.52	51.7681
313	1.38	219.44	303.87	51.8027	-70	216.3	1.22	271.16	51.7632
314	1.24	219.67	271.8	51.8027	-67	216.3	1.24	279.18	51.7587
315	1.34	219.67	294.02	51.8027	-69	216.4	1.24	279.04	51.754
316	1.38	219.73	303.68	51.8027	-69	219.9	1.37	301.08	51.7494
317	1.35	220.05	296.11	51.8027	-69	216.2	1.33	287.9	51.7443
318	1.26	220.6	277.84	51.8027	-70	214.9	1.26	260.29	51.7395
319	1.12	220.53	247.89	51.8027	-71	212.8	1.		

NODO 4

Remoto								Memoria SD							
fecha	i	v	p	e	rssi	fecha	v	i	p	e					
1	12/06/2023 23:59	0.6	227.24	135.82	75.3471	-82	12/06/2023 11:59:55 p. m.	227	0.6	135.7	75.3494				
2	12/06/2023 23:58	0.61	227	138.68	75.3448	-86	12/06/2023 11:58:55 p. m.	227.2	0.6	135.82	75.3471				
3	12/06/2023 23:57	0.61	227.07	137.56	75.3425	-84	12/06/2023 11:57:54 p. m.	227	0.61	138.68	75.3448				
4	12/06/2023 23:56	0.61	226.64	139.09	75.3402	-84	12/06/2023 11:56:54 p. m.	227.1	0.61	137.56	75.3425				
5	12/06/2023 23:55	0.6	226.64	135.56	75.3379	-84	12/06/2023 11:55:54 p. m.	226.6	0.61	139.09	75.3402				
6	12/06/2023 23:54	0.6	226.66	135	75.3357	-84	12/06/2023 11:54:53 p. m.	226.6	0.6	135.56	75.3379				
7	12/06/2023 23:53	0.62	226.69	140.97	75.3334	-82	12/06/2023 11:53:53 p. m.	226.7	0.6	135	75.3357				
8	12/06/2023 23:52	0.62	226.58	139.59	75.331	-84	12/06/2023 11:52:53 p. m.	226.7	0.62	140.97	75.3334				
9	12/06/2023 23:51	0.61	226.36	137.45	75.3287	-86	12/06/2023 11:51:52 p. m.	226.6	0.62	139.59	75.3311				
10	12/06/2023 23:50	0.6	226.43	135.26	75.3264	-84	12/06/2023 11:50:52 p. m.	226.4	0.61	137.45	75.3287				
11	12/06/2023 23:49	0.6	226.8	136.36	75.3242	-84	12/06/2023 11:49:52 p. m.	226.4	0.6	135.26	75.3264				
12	12/06/2023 23:48	0.62	226.51	139.8	75.3219	-84	12/06/2023 11:48:51 p. m.	226.8	0.6	136.36	75.3242				
13	12/06/2023 23:47	0.61	226.47	137.5	75.3196	-82	12/06/2023 11:47:51 p. m.	226.5	0.62	139.8	75.3219				
14	12/06/2023 23:46	0.61	226.08	138.19	75.3173	-84	12/06/2023 11:46:51 p. m.	226.5	0.61	137.5	75.3196				
15	12/06/2023 23:45	0.6	226.09	136.22	75.315	-84	12/06/2023 11:45:50 p. m.	226.1	0.61	138.19	75.3173				
16	12/06/2023 23:44	0.61	225.91	137.71	75.3127	-83	12/06/2023 11:44:50 p. m.	226.1	0.6	136.22	75.315				
17	12/06/2023 23:43	0.66	225.56	149.74	75.3104	-84	12/06/2023 11:43:50 p. m.	225.9	0.61	137.71	75.3127				
18	12/06/2023 23:42	0.61	225.83	136.77	75.3079	-82	12/06/2023 11:42:49 p. m.	225.6	0.66	149.74	75.3104				
19	12/06/2023 23:41	0.59	225.54	134.04	75.3056	-82	12/06/2023 11:41:49 p. m.	225.8	0.61	136.77	75.3079				
20	12/06/2023 23:40	0.6	225.65	134.35	75.3034	-82	12/06/2023 11:40:49 p. m.	225.5	0.59	134.04	75.3056				
21	12/06/2023 23:39	0.6	225.62	136.5	75.3012	-82	12/06/2023 11:39:49 p. m.	225.7	0.6	134.35	75.3034				
22	12/06/2023 23:38	0.6	225.8	134.62	75.2989	-84	12/06/2023 11:38:48 p. m.	225.6	0.6	136.5	75.3012				
23	12/06/2023 23:37	0.62	225.87	139.29	75.2967	-84	12/06/2023 11:37:48 p. m.	225.8	0.6	134.62	75.2989				
24	12/06/2023 23:36	0.6	226.11	135.86	75.2943	-82	12/06/2023 11:36:48 p. m.	225.9	0.62	139.29	75.2967				
25	12/06/2023 23:35	0.65	225.72	146.03	75.2921	-84	12/06/2023 11:35:47 p. m.	226.1	0.6	135.86	75.2943				
26	12/06/2023 23:34	0.61	225.74	138.07	75.2896	-84	12/06/2023 11:34:47 p. m.	225.7	0.65	146.03	75.2921				
27	12/06/2023 23:33	0.63	225.53	141.79	75.2873	-84	12/06/2023 11:33:47 p. m.	225.7	0.61	138.07	75.2896				
28	12/06/2023 23:32	0.61	225.71	137.13	75.285	-82	12/06/2023 11:32:46 p. m.	225.5	0.63	141.79	75.2873				
29	12/06/2023 23:31	0.62	226.04	139.06	75.2827	-81	12/06/2023 11:31:46 p. m.	225.7	0.61	137.13	75.285				
30	12/06/2023 23:30	0.62	225.71	140.58	75.2804	-82	12/06/2023 11:30:46 p. m.	226	0.62	139.06	75.2827				
31	12/06/2023 23:29	0.6	225.71	134.92	75.278	-84	12/06/2023 11:29:45 p. m.	225.7	0.62	140.58	75.2804				
32	12/06/2023 23:28	0.59	226.04	132.26	75.2758	-82	12/06/2023 11:28:45 p. m.	225.7	0.6	134.92	75.278				
33	12/06/2023 23:27	0.59	226.28	132.73	75.2736	-82	12/06/2023 11:27:45 p. m.	226	0.59	132.26	75.2758				
34	12/06/2023 23:26	0.58	226.52	132.45	75.2713	-83	12/06/2023 11:26:44 p. m.	226.3	0.59	132.73	75.2736				
35	12/06/2023 23:25	0.59	225.9	132.62	75.2691	-82	12/06/2023 11:25:44 p. m.	226.5	0.58	132.45	75.2713				
36	12/06/2023 23:24	0.57	226.48	128.36	75.2669	-84	12/06/2023 11:24:44 p. m.	225.9	0.59	132.62	75.2691				
37	12/06/2023 23:23	0.55	225.69	123.64	75.2648	-84	12/06/2023 11:23:43 p. m.	226.5	0.57	128.36	75.2669				
38	12/06/2023 23:22	0.69	225.97	156.68	75.2627	-84	12/06/2023 11:22:43 p. m.	225.7	0.55	123.64	75.2648				
39	12/06/2023 23:21	0.64	225.52	145.04	75.2601	-82	12/06/2023 11:21:43 p. m.	226	0.69	156.68	75.2627				
40	12/06/2023 23:20	0.65	225.39	145.47	75.2577	-84	12/06/2023 11:20:42 p. m.	225.5	0.64	145.04	75.2601				
41	12/06/2023 23:19	0.65	225.56	146.1	75.2553	-82	12/06/2023 11:19:42 p. m.	225.4	0.65	145.47	75.2577				
42	12/06/2023 23:18	0.64	225.65	144.85	75.2529	-84	12/06/2023 11:18:42 p. m.	225.6	0.65	146.1	75.2553				
43	12/06/2023 23:17	0.68	225.64	153.73	75.2504	-84	12/06/2023 11:17:41 p. m.	225.7	0.64	144.85	75.2529				
44	12/06/2023 23:16	0.64	225.84	145.66	75.2479	-82	12/06/2023 11:16:41 p. m.	225.6	0.68	153.73	75.2504				
45	12/06/2023 23:15	0.65	225.68	146.81	75.2455	-82	12/06/2023 11:15:41 p. m.	225.8	0.64	145.66	75.2479				
46	12/06/2023 23:14	0.65	225.6	146	75.243	-84	12/06/2023 11:14:40 p. m.	225.7	0.65	146.81	75.2455				
47	12/06/2023 23:13	0.64	225.4	145.3	75.2406	-84	12/06/2023 11:13:40 p. m.	225.6	0.65	146	75.243				
48	12/06/2023 23:12	0.65	225.46	147.11	75.2382	-84	12/06/2023 11:12:40 p. m.	225.4	0.64	145.3	75.2406				
49	12/06/2023 23:11	0.66	225.34	147.74	75.2357	-84	12/06/2023 11:11:39 p. m.	225.5	0.65	147.11	75.2382				
50	12/06/2023 23:10	0.65	225.69	146.28	75.2332	-81	12/06/2023 11:10:39 p. m.	225.3	0.66	147.74	75.2357				
51	12/06/2023 23:09	0.66	225.37	147.77	75.2308	-84	12/06/2023 11:09:39 p. m.	225.7	0.65	146.28	75.2332				
52	12/06/2023 23:08	0.65	225.33	146.81	75.2283	-84	12/06/2023 11:08:38 p. m.	225.4	0.66	147.77	75.2308				
53	12/06/2023 23:07	0.64	223.13	143.45	75.2259	-82	12/06/2023 11:07:38 p. m.	225.3	0.65	146.81	75.2283				
54	12/06/2023 23:06	0.66	223.37	146.6	75.2235	-84	12/06/2023 11:06:38 p. m.	223.1	0.64	143.45	75.2259				
55	12/06/2023 23:05	0.65	225.93	146.91	75.221	-84	12/06/2023 11:05:37 p. m.	223.4	0.66	146.6	75.2235				
56	12/06/2023 23:04	0.73	226.19	164.45	75.2186	-83	12/06/2023 11:04:37 p. m.	225.9	0.65	146.91	75.2211				
57	12/06/2023 23:03	0.71	225.68	161.17	75.2159	-84	12/06/2023 11:03:37 p. m.	226.2	0.73	164.45	75.2186				
58	12/06/2023 23:02	0.66	225.94	148.09	75.2132	-84	12/06/2023 11:02:37 p. m.	225.7	0.71	161.17	75.2159				
59	12/06/2023 23:01	0.65	225.89	146.73	75.2107	-82	12/06/2023 11:01:36 p. m.	225.9	0.66	148.09	75.2132				
60	12/06/2023 22:59	0.66	225.56	149.27	75.2083	-84	12/06/2023 11:00:36 p. m.	225.9	0.65	146.73	75.2107				
61	12/06/2023 22:58	0.66	226.46	150.31	75.2058	-82	12/06/2023 10:59:36 p. m.	225.6	0.66	149.27	75.2083				
62	12/06/2023 22:57	0.66	225.98	149.63	75.2033	-82	12/06/2023 10:58:35 p. m.	226.5	0.66	150.31	75.2058				
63	12/06/2023 22:56	0.66	226.13	149.87	75.2008	-82	12/06/2023 10:57:35 p. m.	226	0.66	149.63	75.2033				
64	12/06/2023 22:55	0.66	226.26	150.45	75.1983	-84	12/06/2023 10:56:35 p. m.	226.1	0.66	149.87	75.2008				
65	12/06/2023 22:54	0.66	226.36	150.07	75.1958	-84	12/06/2023 10:55:34 p. m.	226.3	0.66	150.45	75.1983				
66	12/06/2023 22:53	0.67	226.09	151.2	75.1933	-84	12/06/2023 10:54:34 p. m.	226.4	0.66	150.07	75.1958				
67	12/06/2023 22:52	0.83	226.74	187.26	75.1908	-85	12/06/2023 10:53:34 p. m.	226.1	0.67	151.2	75.1933				
68	12/06/2023 22:51	0.78	225.71	175.54	75.1876	-82	12/06/2023 10:52:33 p. m.	226.7	0.83	187.26	75.1908				
69	12/06/2023 22:50	0.75	225.81	168.26	75.1847	-84	12/06/2023 10:51:33 p. m.	225.7	0.78	175.54	75.1876				
70	12/06/2023 22:49	0.76	225.36	170.55	75.1819	-84	12/06/2023 10:50:33 p. m.	225.8	0.75	168.26	75.1847				
71	12/06/2023 22:48	1.14	225.21	256.77	75.1791	-84	12/06/2023 10:49:32 p. m.	225.4	0.76	170.55	75.1819				
72	12/06/2023 22:47	1.08	225.34	243.48	75.1748	-82	12/06/2023 10:48:32 p. m.	225.2	1.14	256.77	75.1791				
73	12/06/2023 22:46	1.09	224.85	244.34	75.1707	-81	12/06/2023 10:47:32 p. m.	225.3	1.08	243.48	75.1748				
74	12/06/2023 22:45	1.1	224.78	246.21	75.1666	-85	12/06/2023 10:46:31 p. m.	224.9	1.09	244.34	75.1707				
75	12/06/2023 22:44	1.07	225.11	241.92	75.1625	-82	12/06/2023 10:45:31 p. m.	224.8	1.1	246.21	75.1666				
76	12/06/2023 22:43	1.16	225.3	261.6	75.1585	-82	12/06/2023 10:44:31 p. m.	225.1	1.07	241.92	75.1625				
77	12/06/2023 22:42	1.18	225.12	266.22	75.1542	-81	12/06/2023 10:43:30 p. m.	225.3	1.16	261.6	75.1585				
78	12/06/2023 22:41	1.17	224.83	262.17	75.1497	-81	12/06/2023 10:42:30 p. m.	225.1	1.18	266.22	75.1542				
79	12/06/2023 22:40	1.16	224.78	261.55	75.1453	-80	12/06/2023 10:41:30 p. m.	224.8	1.17	262.17	75.1497				
80	12/06/2023 22:39	1.16	224.89	261.4	75.141	-81	12/06/2023 10:40:29 p. m.	224.8	1.16	261.55	75.1453				
81	12/06/2023 22:38	1.14	224.93	256.99	75.1366	-82	12/06/2023 10:39:29 p. m.	224.9							

100	12/06/2023 22:19	1.15	225.48	259.12	75.0567	-79	12/06/2023	10:20:23 p. m.	225	1.09	244.71	75.0608
101	12/06/2023 22:18	1.1	225.43	248.25	75.0524	-84	12/06/2023	10:19:23 p. m.	225.5	1.15	259.12	75.0567
102	12/06/2023 22:17	1.14	225.47	256.05	75.0482	-81	12/06/2023	10:18:22 p. m.	225.4	1.1	248.25	75.0524
103	12/06/2023 22:16	1.14	225.24	256.48	75.044	-80	12/06/2023	10:17:22 p. m.	225.5	1.14	256.05	75.0482
104	12/06/2023 22:15	1.14	225.15	257.5	75.0397	-81	12/06/2023	10:16:22 p. m.	225.2	1.14	256.48	75.044
105	12/06/2023 22:14	1.13	224.84	254.12	75.0354	-80	12/06/2023	10:15:21 p. m.	225.1	1.14	257.5	75.0397
106	12/06/2023 22:13	1.1	224.88	247	75.0312	-82	12/06/2023	10:14:21 p. m.	224.8	1.13	254.12	75.0354
107	12/06/2023 22:12	1.13	225.17	253.81	75.027	-81	12/06/2023	10:13:21 p. m.	224.9	1.1	247	75.0312
108	12/06/2023 22:11	1.14	224.87	256.9	75.0228	-84	12/06/2023	10:12:20 p. m.	225.2	1.13	253.81	75.027
109	12/06/2023 22:10	0.75	222.79	167.89	75.0185	-82	12/06/2023	10:11:20 p. m.	224.9	1.14	256.9	75.0228
110	12/06/2023 22:09	0.8	225.25	179.38	75.0157	-86	12/06/2023	10:10:20 p. m.	222.8	0.75	167.89	75.0185
111	12/06/2023 22:08	0.8	224.33	179.9	75.0127	-80	12/06/2023	10:09:19 p. m.	225.3	0.8	179.38	75.0157
112	12/06/2023 22:07	0.8	224.36	179.88	75.0097	-81	12/06/2023	10:08:19 p. m.	224.3	0.8	179.9	75.0127
113	12/06/2023 22:06	0.8	223.85	179.21	75.0067	-81	12/06/2023	10:07:19 p. m.	224.4	0.8	179.88	75.0097
114	12/06/2023 22:05	0.8	224.15	179.75	75.0038	-84	12/06/2023	10:06:18 p. m.	223.9	0.8	179.21	75.0067
115	12/06/2023 22:04	0.8	224.22	179.91	75.0008	-81	12/06/2023	10:05:18 p. m.	224.1	0.8	179.75	75.0038
116	12/06/2023 22:03	0.8	224.18	179.49	74.9978	-82	12/06/2023	10:04:18 p. m.	224.2	0.8	179.91	75.0008
117	12/06/2023 22:02	0.8	224.11	179.05	74.9948	-84	12/06/2023	10:03:17 p. m.	224.2	0.8	179.49	74.9978
118	12/06/2023 22:01	0.8	223.43	177.91	74.9918	-82	12/06/2023	10:02:17 p. m.	224.1	0.8	179.05	74.9948
119	12/06/2023 22:00	0.8	224.06	179.12	74.9888	-82	12/06/2023	10:01:17 p. m.	223.4	0.8	177.91	74.9918
120	12/06/2023 21:59	0.8	224.45	179.81	74.9858	-82	12/06/2023	10:00:17 p. m.	224.1	0.8	179.12	74.9888
121	12/06/2023 21:58	0.8	223.83	179.42	74.9828	-80	12/06/2023	09:59:16 p. m.	224.4	0.8	179.81	74.9858
122	12/06/2023 21:56	0.8	223.88	179.68	74.9769	-82	12/06/2023	09:58:16 p. m.	223.8	0.8	179.42	74.9828
123	12/06/2023 21:55	0.8	224.09	180.28	74.9739	-81	12/06/2023	09:57:16 p. m.	223.9	0.8	179.68	74.9769
124	12/06/2023 21:54	0.81	223.32	179.96	74.9709	-80	12/06/2023	09:56:15 p. m.	223.9	0.8	179.28	74.9739
125	12/06/2023 21:53	0.81	223.57	180.77	74.9679	-82	12/06/2023	09:55:15 p. m.	224.1	0.8	180.28	74.9709
126	12/06/2023 21:52	0.83	224.04	185.52	74.9649	-79	12/06/2023	09:54:15 p. m.	223.3	0.81	179.96	74.9709
127	12/06/2023 21:51	0.79	224.37	178.23	74.9618	-85	12/06/2023	09:53:14 p. m.	223.6	0.81	180.77	74.9679
128	12/06/2023 21:50	0.79	224.18	177.41	74.9588	-88	12/06/2023	09:52:14 p. m.	224	0.83	185.52	74.9649
129	12/06/2023 21:49	0.79	224.74	176.8	74.9558	-83	12/06/2023	09:51:14 p. m.	224.4	0.79	178.23	74.9618
130	12/06/2023 21:48	0.78	224.86	176.27	74.9529	-85	12/06/2023	09:50:13 p. m.	224.2	0.79	177.41	74.9588
131	12/06/2023 21:47	0.78	224.44	175	74.95	-85	12/06/2023	09:49:13 p. m.	224.7	0.79	176.8	74.9558
132	12/06/2023 21:46	0.78	222.91	174.23	74.947	-87	12/06/2023	09:48:13 p. m.	224.9	0.78	176.27	74.9529
133	12/06/2023 21:45	0.79	224.28	176.12	74.9441	-84	12/06/2023	09:47:12 p. m.	224.4	0.78	175	74.95
134	12/06/2023 21:44	0.79	224.94	177.12	74.9412	-84	12/06/2023	09:46:12 p. m.	222.9	0.78	174.23	74.947
135	12/06/2023 21:43	0.79	222.93	175.76	74.9382	-84	12/06/2023	09:45:12 p. m.	224.3	0.79	176.12	74.9441
136	12/06/2023 21:42	0.79	225.53	177.97	74.9353	-85	12/06/2023	09:44:11 p. m.	224.9	0.79	177.12	74.9412
137	12/06/2023 21:41	0.79	225.67	177.62	74.9324	-86	12/06/2023	09:43:11 p. m.	222.9	0.79	175.76	74.9382
138	12/06/2023 21:40	0.79	225.47	177.93	74.9294	-84	12/06/2023	09:42:11 p. m.	225.5	0.79	177.97	74.9353
139	12/06/2023 21:39	0.79	225.53	178.67	74.9264	-84	12/06/2023	09:41:10 p. m.	225.7	0.79	177.62	74.9324
140	12/06/2023 21:38	0.8	225.02	180.42	74.9234	-84	12/06/2023	09:40:10 p. m.	225.5	0.79	177.93	74.9294
141	12/06/2023 21:37	0.79	225.35	178.7	74.9204	-85	12/06/2023	09:39:10 p. m.	225.5	0.79	178.67	74.9264
142	12/06/2023 21:36	0.79	225.2	177.47	74.9175	-85	12/06/2023	09:38:09 p. m.	225	0.8	180.42	74.9234
143	12/06/2023 21:35	0.78	223.98	175.08	74.9145	-84	12/06/2023	09:37:09 p. m.	225.3	0.79	178.7	74.9204
144	12/06/2023 21:34	0.78	224.07	175	74.9116	-84	12/06/2023	09:36:09 p. m.	225.2	0.79	177.47	74.9175
145	12/06/2023 21:33	0.79	224.68	176.68	74.9087	-85	12/06/2023	09:35:08 p. m.	224	0.78	175.08	74.9145
146	12/06/2023 21:32	0.79	223.49	175.45	74.9057	-85	12/06/2023	09:34:08 p. m.	224.1	0.78	175	74.9116
147	12/06/2023 21:31	0.78	222.61	174.11	74.9028	-87	12/06/2023	09:33:08 p. m.	224.7	0.79	176.68	74.9087
148	12/06/2023 21:30	0.78	223.77	174.66	74.8999	-85	12/06/2023	09:32:07 p. m.	223.5	0.79	175.45	74.9057
149	12/06/2023 21:29	0.78	218.09	170.08	74.897	-83	12/06/2023	09:31:07 p. m.	222.6	0.78	174.11	74.9028
150	12/06/2023 21:28	0.79	224.61	176.76	74.8942	-84	12/06/2023	09:30:07 p. m.	223.8	0.78	174.66	74.8999
151	12/06/2023 21:27	0.79	224.05	176.46	74.8912	-87	12/06/2023	09:29:06 p. m.	218.1	0.78	170.08	74.897
152	12/06/2023 21:26	0.79	224.36	177.13	74.8883	-85	12/06/2023	09:28:06 p. m.	224.6	0.79	176.76	74.8942
153	12/06/2023 21:25	0.79	224.34	177.52	74.8853	-86	12/06/2023	09:27:06 p. m.	224.1	0.79	176.46	74.8912
154	12/06/2023 21:24	0.79	223.17	176.48	74.8824	-86	12/06/2023	09:26:05 p. m.	224.4	0.79	177.13	74.8883
155	12/06/2023 21:23	0.8	224.05	178.44	74.8794	-87	12/06/2023	09:25:05 p. m.	224.3	0.79	177.52	74.8853
156	12/06/2023 21:22	0.8	224.36	180.17	74.8764	-86	12/06/2023	09:24:05 p. m.	223.2	0.79	176.48	74.8824
157	12/06/2023 21:21	0.8	224.29	180.16	74.8734	-87	12/06/2023	09:23:05 p. m.	224	0.8	178.44	74.8794
158	12/06/2023 21:20	0.8	224.95	180.92	74.8704	-86	12/06/2023	09:22:04 p. m.	224.4	0.8	180.17	74.8764
159	12/06/2023 21:19	0.81	224.74	181.68	74.8674	-84	12/06/2023	09:21:04 p. m.	224.3	0.8	180.16	74.8734
160	12/06/2023 21:18	0.8	225.08	180.81	74.8644	-87	12/06/2023	09:20:04 p. m.	224.9	0.8	180.92	74.8704
161	12/06/2023 21:17	0.8	224.43	180.29	74.8614	-84	12/06/2023	09:19:03 p. m.	224.7	0.81	181.68	74.8674
162	12/06/2023 21:16	0.81	224.67	182.31	74.8584	-85	12/06/2023	09:18:03 p. m.	225.1	0.8	180.81	74.8644
163	12/06/2023 21:15	0.81	223.81	180.83	74.8553	-86	12/06/2023	09:17:03 p. m.	224.4	0.8	180.29	74.8614
164	12/06/2023 21:14	0.81	223.55	182	74.8523	-87	12/06/2023	09:16:02 p. m.	224.7	0.81	182.31	74.8584
165	12/06/2023 21:13	0.81	223.61	180.02	74.8493	-86	12/06/2023	09:15:02 p. m.	223.8	0.81	180.83	74.8553
166	12/06/2023 21:12	0.82	224.12	184.2	74.8463	-87	12/06/2023	09:14:02 p. m.	223.5	0.81	182	74.8523
167	12/06/2023 21:11	0.81	224.34	182.16	74.8432	-86	12/06/2023	09:13:01 p. m.	223.6	0.81	180.02	74.8493
168	12/06/2023 21:10	0.81	223.9	182.03	74.8402	-87	12/06/2023	09:12:01 p. m.	224.1	0.82	184.2	74.8463
169	12/06/2023 21:09	0.81	223.4	181.26	74.8371	-86	12/06/2023	09:11:01 p. m.	224.3	0.81	182.16	74.8432
170	12/06/2023 21:08	0.82	218.35	179.9	74.8341	-85	12/06/2023	09:10:00 p. m.	223.9	0.81	182.03	74.8402
171	12/06/2023 21:07	0.82	218.39	179.9	74.8311	-86	12/06/2023	09:09:00 p. m.	223.4	0.81	181.26	74.8371
172	12/06/2023 21:06	0.83	218.38	181.25	74.8281	-87	12/06/2023	09:08:00 p. m.	218.3	0.82	179.9	74.8341
173	12/06/2023 21:05	0.83	218.6	181.92	74.8251	-86	12/06/2023	09:06:59 p. m.	218.4	0.82	179.9	74.8311
174	12/06/2023 21:04	0.84	218.72	183.06	74.8221	-86	12/06/2023	09:05:59 p. m.	218.4	0.83	181.25	74.8281
175	12/06/2023 21:03	0.82	217.06	177.59	74.819	-86	12/06/2023	09:04:59 p. m.	218.6	0.83	181.92	74.8251
176	12/06/2023 21:02	0.84	217.09	182.33	74.8161	-85	12/06/2023	09:03:58 p. m.	218.7	0.84	183.06	74.8221
177	12/06/2023 21:01	0.84	217.75	183.18	74.813	-84	12/06/2023	09:02:58 p. m.	217.1	0.82	177.59	74.819
178	12/06/2023 21:00	0.82	216.51	178.17	74.81	-85	12/06/2023	09:01:58 p. m.	217.1	0.84	182.33	74.8161
179	12/06/2023 20:59	0.82	216.38	177.15								

201	12/06/2023 20:37	0.83	222.49	184.63	74.7395	-86	12/06/2023	08:38:50 p. m.	222.8	0.83	184.42	74.7457
202	12/06/2023 20:36	0.83	222.13	184.49	74.7365	-87	12/06/2023	08:37:50 p. m.	222.5	0.83	184.51	74.7426
203	12/06/2023 20:35	0.83	222.75	184.38	74.7334	-88	12/06/2023	08:36:50 p. m.	222.5	0.83	184.63	74.7395
204	12/06/2023 20:34	0.83	221.09	182.98	74.7303	-85	12/06/2023	08:35:49 p. m.	222.1	0.83	184.49	74.7365
205	12/06/2023 20:33	0.83	223.16	184.68	74.7273	-87	12/06/2023	08:34:49 p. m.	222.7	0.83	184.38	74.7334
206	12/06/2023 20:32	0.83	222.77	184.34	74.7242	-87	12/06/2023	08:33:49 p. m.	221.1	0.83	182.98	74.7303
207	12/06/2023 20:31	0.83	222.39	184.38	74.7211	-88	12/06/2023	08:32:48 p. m.	223.2	0.83	184.68	74.7273
208	12/06/2023 20:30	0.83	222.63	185.32	74.718	-87	12/06/2023	08:31:48 p. m.	222.8	0.83	184.34	74.7242
209	12/06/2023 20:29	0.83	222.54	185.04	74.715	-87	12/06/2023	08:30:48 p. m.	222.4	0.83	184.38	74.7211
210	12/06/2023 20:28	0.83	222.64	184.12	74.7119	-85	12/06/2023	08:29:47 p. m.	222.6	0.83	185.32	74.718
211	12/06/2023 20:27	0.83	221.24	182.63	74.7088	-86	12/06/2023	08:28:47 p. m.	222.5	0.83	185.04	74.715
212	12/06/2023 20:26	0.83	222.65	184.66	74.7058	-87	12/06/2023	08:27:47 p. m.	222.6	0.83	184.12	74.7119
213	12/06/2023 20:25	0.83	222.12	183.81	74.7027	-86	12/06/2023	08:26:46 p. m.	221.2	0.83	182.63	74.7088
214	12/06/2023 20:24	0.83	221.39	184.02	74.6996	-86	12/06/2023	08:25:46 p. m.	222.6	0.83	184.66	74.7058
215	12/06/2023 20:23	0.83	221.51	183.85	74.6965	-87	12/06/2023	08:24:46 p. m.	222.1	0.83	183.81	74.7027
216	12/06/2023 20:22	0.83	221.46	183.33	74.6935	-87	12/06/2023	08:23:45 p. m.	221.4	0.83	184.02	74.6996
217	12/06/2023 20:21	0.83	221.41	183.11	74.6904	-84	12/06/2023	08:22:45 p. m.	221.5	0.83	183.85	74.6965
218	12/06/2023 20:20	0.82	220.26	181.57	74.6874	-88	12/06/2023	08:21:45 p. m.	221.5	0.83	183.33	74.6935
219	12/06/2023 20:19	0.83	221.32	182.76	74.6843	-88	12/06/2023	08:20:44 p. m.	221.4	0.83	183.11	74.6904
220	12/06/2023 20:18	0.84	222.16	185.56	74.6813	-87	12/06/2023	08:19:44 p. m.	220.3	0.82	181.57	74.6874
221	12/06/2023 20:17	0.83	222.33	185.16	74.6782	-86	12/06/2023	08:18:44 p. m.	221.3	0.83	182.76	74.6843
222	12/06/2023 20:16	0.83	222.06	184.03	74.6751	-86	12/06/2023	08:17:43 p. m.	222.2	0.84	185.56	74.6813
223	12/06/2023 20:15	0.83	222.48	185.6	74.6721	-87	12/06/2023	08:16:43 p. m.	222.3	0.83	185.16	74.6782
224	12/06/2023 20:14	0.84	222.39	186.94	74.669	-87	12/06/2023	08:15:43 p. m.	222.1	0.83	184.03	74.6751
225	12/06/2023 20:13	0.83	221.43	184.24	74.6659	-86	12/06/2023	08:14:42 p. m.	222.5	0.83	185.6	74.6721
226	12/06/2023 20:12	0.83	223.2	186.36	74.6628	-87	12/06/2023	08:13:42 p. m.	222.4	0.84	186.94	74.669
227	12/06/2023 20:11	0.83	223.24	186.34	74.6597	-85	12/06/2023	08:12:42 p. m.	221.4	0.83	184.24	74.6659
228	12/06/2023 20:10	0.83	222.27	185.41	74.6566	-90	12/06/2023	08:11:41 p. m.	223.2	0.83	186.36	74.6628
229	12/06/2023 20:09	0.94	222.65	209.24	74.6535	-86	12/06/2023	08:10:41 p. m.	223.2	0.83	186.34	74.6597
230	12/06/2023 20:08	0.94	221.62	208	74.65	-86	12/06/2023	08:09:41 p. m.	222.3	0.83	185.41	74.6566
231	12/06/2023 20:06	0.94	222.36	208.02	74.6466	-88	12/06/2023	08:08:41 p. m.	222.6	0.94	209.24	74.6535
232	12/06/2023 20:05	1.13	222.04	251.81	74.6431	-104	12/06/2023	08:07:40 p. m.	221.6	0.94	208	74.65
233	12/06/2023 20:04	1.17	222.33	260.8	74.6389	-93	12/06/2023	08:06:40 p. m.	222.4	0.94	208.02	74.6466
234	12/06/2023 20:03	1.1	221.66	243.24	74.6345	-93	12/06/2023	08:05:40 p. m.	222	1.13	251.81	74.6431
235	12/06/2023 20:02	1.13	222.4	250.96	74.6305	-92	12/06/2023	08:04:39 p. m.	222.3	1.17	260.8	74.6389
236	12/06/2023 20:01	1.13	221.93	250.81	74.6263	-98	12/06/2023	08:03:39 p. m.	221.7	1.1	243.24	74.6345
237	12/06/2023 20:00	1.2	222.48	267.95	74.6221	-93	12/06/2023	08:02:39 p. m.	222.4	1.13	250.96	74.6305
238	12/06/2023 19:59	1.2	221.52	265.97	74.6177	-93	12/06/2023	08:01:38 p. m.	221.9	1.13	250.81	74.6263
239	12/06/2023 19:58	1.17	222.02	260.33	74.6132	-94	12/06/2023	08:00:38 p. m.	222.5	1.2	267.95	74.6221
240	12/06/2023 19:57	1.18	217.84	256.26	74.6089	-94	12/06/2023	07:59:38 p. m.	221.5	1.2	265.97	74.6177
241	12/06/2023 19:56	1.17	217.88	255.84	74.6046	-97	12/06/2023	07:58:37 p. m.	222	1.17	260.33	74.6132
242	12/06/2023 19:55	1.18	217.41	257.26	74.6003	-98	12/06/2023	07:57:37 p. m.	217.8	1.18	256.26	74.6089
243	12/06/2023 19:54	1.11	216.68	240.79	74.5961	-103	12/06/2023	07:56:37 p. m.	217.9	1.17	255.84	74.6046
244	12/06/2023 19:53	1.1	217.49	239.66	74.592	-99	12/06/2023	07:55:36 p. m.	217.4	1.18	257.26	74.6003
245	12/06/2023 19:52	1.1	217.76	239.11	74.5881	-102	12/06/2023	07:54:36 p. m.	216.7	1.11	240.79	74.5961
246	12/06/2023 19:51	1.11	216.35	239.92	74.5841	-104	12/06/2023	07:53:36 p. m.	217.5	1.1	239.66	74.592
247	12/06/2023 19:50	1.1	220.88	242.61	74.5801	-98	12/06/2023	07:52:35 p. m.	217.8	1.1	239.11	74.5881
248	12/06/2023 19:49	1.1	220.73	242.83	74.576	-106	12/06/2023	07:51:35 p. m.	216.4	1.11	239.92	74.5841
249	12/06/2023 19:48	1.1	217.01	239.43	74.572	-102	12/06/2023	07:50:35 p. m.	220.9	1.1	242.61	74.5801
250	12/06/2023 19:47	1.1	217.87	240.27	74.568	-104	12/06/2023	07:49:34 p. m.	220.7	1.1	242.83	74.576
251	12/06/2023 19:46	1.1	220.77	242.96	74.564	-104	12/06/2023	07:48:34 p. m.	217	1.1	239.43	74.572
252	12/06/2023 19:45	1.15	220.71	252.73	74.5599	-104	12/06/2023	07:47:34 p. m.	217.9	1.1	240.27	74.568
253	12/06/2023 19:44	1.15	219.95	253.02	74.5557	-94	12/06/2023	07:46:33 p. m.	220.8	1.1	242.96	74.564
254	12/06/2023 19:43	1.15	220.92	255.11	74.5515	-97	12/06/2023	07:45:33 p. m.	220.7	1.15	252.73	74.5599
255	12/06/2023 19:42	1.13	220.96	250.32	74.5473	-92	12/06/2023	07:44:33 p. m.	219.9	1.15	253.02	74.5557
256	12/06/2023 19:41	1.13	220.49	248.79	74.5431	-93	12/06/2023	07:43:32 p. m.	220.9	1.15	255.11	74.5515
257	12/06/2023 19:40	1.13	220.7	248.44	74.5389	-92	12/06/2023	07:42:32 p. m.	221	1.13	250.32	74.5473
258	12/06/2023 19:39	1.14	220.71	250.81	74.5348	-96	12/06/2023	07:41:32 p. m.	220.5	1.13	248.79	74.5431
259	12/06/2023 19:38	1.16	220.56	256.49	74.5306	-91	12/06/2023	07:40:31 p. m.	220.7	1.13	248.44	74.5389
260	12/06/2023 19:37	1.1	219.81	242.26	74.5263	-93	12/06/2023	07:39:31 p. m.	220.7	1.14	250.81	74.5348
261	12/06/2023 19:36	1.15	220.52	252.97	74.5223	-94	12/06/2023	07:38:31 p. m.	220.6	1.16	256.49	74.5306
262	12/06/2023 19:35	1.11	220.69	244.87	74.5181	-94	12/06/2023	07:37:30 p. m.	219.8	1.1	242.26	74.5263
263	12/06/2023 19:34	1.16	220.63	255.34	74.514	-96	12/06/2023	07:36:30 p. m.	220.5	1.15	252.97	74.5223
264	12/06/2023 19:33	1.13	220.47	249.21	74.5098	-94	12/06/2023	07:35:30 p. m.	220.7	1.11	244.87	74.5181
265	12/06/2023 19:32	1.16	220.24	256.16	74.5056	-90	12/06/2023	07:34:30 p. m.	220.6	1.16	255.34	74.514
266	12/06/2023 19:31	1.12	219.81	246.04	74.5013	-93	12/06/2023	07:33:29 p. m.	220.5	1.13	249.21	74.5098
267	12/06/2023 19:30	1.11	220.61	245.59	74.4972	-88	12/06/2023	07:32:29 p. m.	220.2	1.16	256.16	74.5056
268	12/06/2023 19:29	1.1	220.84	242.63	74.4931	-88	12/06/2023	07:31:29 p. m.	219.8	1.12	246.04	74.5013
269	12/06/2023 19:28	1.14	220.66	251.4	74.4891	-92	12/06/2023	07:30:28 p. m.	220.6	1.11	245.59	74.4972
270	12/06/2023 19:27	1.17	220.25	257.65	74.4849	-90	12/06/2023	07:29:28 p. m.	220.8	1.1	242.63	74.4931
271	12/06/2023 19:26	1.1	220.76	243.58	74.4806	-86	12/06/2023	07:28:28 p. m.	220.7	1.14	251.4	74.4891
272	12/06/2023 19:25	1.1	218.64	239.71	74.4765	-88	12/06/2023	07:27:27 p. m.	220.2	1.17	257.65	74.4849
273	12/06/2023 19:24	1.11	220.03	243.27	74.4726	-90	12/06/2023	07:26:27 p. m.	220.8	1.1	243.58	74.4806
274	12/06/2023 19:23	1.12	220.24	245.71	74.4685	-87	12/06/2023	07:25:27 p. m.	218.6	1.1	239.71	74.4765
275	12/06/2023 19:22	1.12	219.71	245.2	74.4644	-94	12/06/2023	07:24:26 p. m.	220	1.11	243.27	74.4726
276	12/06/2023 19:21	1.13	218.58	246.39	74.4603	-92	12/06/2023	07:23:26 p. m.	220.2	1.12	245.71	74.4685
277	12/06/2023 19:20	1.11	219.28	244.12	74.4562	-91	12/06/2023	07:22:26 p. m.	219.7	1.12	245.2	74.4644
278	12/06/2023 19:19	1.11	219.09	242.7	74.4521	-90	12/06/2023	07:21:25 p. m.	218.6	1.13	246.39	74.4603
279	12/06/2023 19:18	1.11	218.08	242.46	74.4481	-87	12/06/2023	07:20:25 p. m.	219.3	1.11	244.12	74.4562
280	12											

301	12/06/2023 18:56	0.62	220.14	136.85	74.3904	-93	12/06/2023	06:58:18 p. m.	219.6	0.62	136.05	74.3949
302	12/06/2023 18:55	0.62	220.19	136.07	74.3881	-93	12/06/2023	06:57:18 p. m.	220.3	0.62	136.3	74.3927
303	12/06/2023 18:54	0.62	219.07	135.74	74.3858	-94	12/06/2023	06:56:17 p. m.	220.1	0.62	136.85	74.3904
304	12/06/2023 18:53	0.63	219.98	138	74.3836	-93	12/06/2023	06:55:17 p. m.	220.2	0.62	136.07	74.3881
305	12/06/2023 18:52	0.62	219.7	136.21	74.3813	-96	12/06/2023	06:54:17 p. m.	219.1	0.62	135.74	74.3858
306	12/06/2023 18:51	0.68	218.97	149.95	74.379	-94	12/06/2023	06:53:16 p. m.	220	0.63	138	74.3836
307	12/06/2023 18:50	0.69	219.86	152.03	74.3765	-91	12/06/2023	06:52:16 p. m.	219.7	0.62	136.21	74.3813
308	12/06/2023 18:49	0.63	219.77	137.7	74.374	-92	12/06/2023	06:51:16 p. m.	219	0.68	149.95	74.379
309	12/06/2023 18:48	0.63	219.32	137.09	74.3717	-90	12/06/2023	06:50:15 p. m.	219.9	0.69	152.03	74.3765
310	12/06/2023 18:47	0.63	220.2	138.76	74.3694	-89	12/06/2023	06:49:15 p. m.	219.8	0.63	137.7	74.374
311	12/06/2023 18:46	0.7	220.44	155.07	74.3671	-91	12/06/2023	06:48:15 p. m.	219.3	0.63	137.09	74.3717
312	12/06/2023 18:43	0.65	220.63	143.07	74.3598	-92	12/06/2023	06:47:14 p. m.	220.2	0.63	138.76	74.3694
313	12/06/2023 18:42	0.65	220.14	142.51	74.3574	-93	12/06/2023	06:46:14 p. m.	220.4	0.7	155.07	74.3671
314	12/06/2023 18:41	0.68	220.29	150.88	74.355	-90	12/06/2023	06:45:14 p. m.	220.2	0.64	139.92	74.3645
315	12/06/2023 18:40	0.66	219.92	144.65	74.3525	-90	12/06/2023	06:44:13 p. m.	220.5	0.65	142.77	74.3622
316	12/06/2023 18:39	0.66	220.37	146.02	74.3501	-88	12/06/2023	06:43:13 p. m.	220.6	0.65	143.07	74.3598
317	12/06/2023 18:38	0.76	220.3	167.6	74.3477	-91	12/06/2023	06:42:13 p. m.	220.1	0.65	142.51	74.3574
318	12/06/2023 18:37	0.67	220.15	146.93	74.3449	-94	12/06/2023	06:41:12 p. m.	220.3	0.68	150.88	74.355
319	12/06/2023 18:36	0.67	220.94	147.26	74.3424	-89	12/06/2023	06:40:12 p. m.	219.9	0.66	144.65	74.3525
320	12/06/2023 18:35	0.65	220.79	143.75	74.34	-90	12/06/2023	06:39:12 p. m.	220.4	0.66	146.02	74.3501
321	12/06/2023 18:34	0.67	221.21	148.27	74.3376	-90	12/06/2023	06:38:11 p. m.	220.3	0.76	167.6	74.3477
322	12/06/2023 18:33	0.65	220.23	142.87	74.3351	-88	12/06/2023	06:37:11 p. m.	220.1	0.67	146.93	74.3449
323	12/06/2023 18:32	0.71	220.21	156.6	74.3327	-88	12/06/2023	06:36:11 p. m.	220.9	0.67	147.26	74.3424
324	12/06/2023 18:31	0.66	220.24	144.72	74.3301	-90	12/06/2023	06:35:10 p. m.	220.8	0.65	143.75	74.34
325	12/06/2023 18:30	0.7	220.26	153.47	74.3277	-88	12/06/2023	06:34:10 p. m.	221.2	0.67	148.27	74.3376
326	12/06/2023 18:29	0.67	218.77	147.25	74.3251	-92	12/06/2023	06:33:10 p. m.	220.2	0.65	142.87	74.3351
327	12/06/2023 18:28	0.67	220.15	146.99	74.3227	-96	12/06/2023	06:32:09 p. m.	220.2	0.71	156.6	74.3327
328	12/06/2023 18:27	0.64	219.75	141.55	74.3202	-95	12/06/2023	06:31:09 p. m.	220.2	0.66	144.72	74.3301
329	12/06/2023 18:26	0.65	220.67	143.7	74.3179	-100	12/06/2023	06:30:09 p. m.	220.3	0.7	153.47	74.3277
330	12/06/2023 18:25	0.71	220.79	156.66	74.3155	-95	12/06/2023	06:29:08 p. m.	218.8	0.67	147.25	74.3251
331	12/06/2023 18:24	0.66	221.03	145.07	74.3129	-99	12/06/2023	06:28:08 p. m.	220.1	0.67	146.99	74.3227
332	12/06/2023 18:23	0.65	221.08	142.86	74.3104	-94	12/06/2023	06:27:08 p. m.	219.8	0.64	141.55	74.3202
333	12/06/2023 18:22	0.65	219.52	142.1	74.3081	-90	12/06/2023	06:26:07 p. m.	220.7	0.65	143.7	74.3179
334	12/06/2023 18:21	0.68	220.84	150.38	74.3057	-96	12/06/2023	06:25:07 p. m.	220.8	0.71	156.66	74.3155
335	12/06/2023 18:20	0.65	220.91	144.55	74.3032	-96	12/06/2023	06:24:07 p. m.	221	0.66	145.07	74.3129
336	12/06/2023 18:19	0.72	220.59	157.99	74.3008	-91	12/06/2023	06:23:07 p. m.	221.1	0.65	142.86	74.3104
337	12/06/2023 18:18	0.64	221.14	141.91	74.2981	-88	12/06/2023	06:22:06 p. m.	219.5	0.65	142.1	74.3081
338	12/06/2023 18:17	0.64	220.97	142.06	74.2958	-97	12/06/2023	06:21:06 p. m.	220.8	0.68	150.38	74.3057
339	12/06/2023 18:16	0.64	220.74	142.33	74.2934	-91	12/06/2023	06:20:06 p. m.	220.9	0.65	144.55	74.3032
340	12/06/2023 18:15	0.65	219.5	142.77	74.2911	-92	12/06/2023	06:19:05 p. m.	220.6	0.72	157.99	74.3008
341	12/06/2023 18:14	0.65	221.26	144.01	74.2887	-98	12/06/2023	06:18:05 p. m.	221.1	0.64	141.91	74.2981
342	12/06/2023 18:13	0.86	220.65	190.26	74.2863	-91	12/06/2023	06:17:05 p. m.	221	0.64	142.06	74.2958
343	12/06/2023 18:12	0.77	220.07	169.58	74.2831	-92	12/06/2023	06:16:04 p. m.	220.7	0.64	142.33	74.2934
344	12/06/2023 18:11	0.72	220.33	159.15	74.2803	-89	12/06/2023	06:15:04 p. m.	219.5	0.65	142.77	74.2911
345	12/06/2023 18:10	0.79	220.45	174.41	74.2776	-93	12/06/2023	06:14:04 p. m.	221.3	0.65	144.01	74.2887
346	12/06/2023 18:09	0.88	220.09	194.54	74.2747	-92	12/06/2023	06:13:03 p. m.	220.6	0.86	190.26	74.2863
347	12/06/2023 18:08	0.74	219.22	163.06	74.2715	-92	12/06/2023	06:12:03 p. m.	220.1	0.77	169.58	74.2831
348	12/06/2023 18:07	0.82	220.19	181.16	74.2688	-93	12/06/2023	06:11:03 p. m.	220.3	0.72	159.15	74.2803
349	12/06/2023 18:06	0.76	219.4	166.04	74.2657	-96	12/06/2023	06:10:02 p. m.	220.5	0.79	174.41	74.2776
350	12/06/2023 18:05	0.8	219.63	175.68	74.2629	-93	12/06/2023	06:09:02 p. m.	220.1	0.88	194.54	74.2747
351	12/06/2023 18:04	0.75	221.23	165.32	74.26	-91	12/06/2023	06:08:02 p. m.	219.2	0.74	163.06	74.2715
352	12/06/2023 18:03	0.76	222.19	168.75	74.2573	-92	12/06/2023	06:07:01 p. m.	220.2	0.82	181.16	74.2688
353	12/06/2023 18:02	0.78	222.06	173.68	74.2545	-92	12/06/2023	06:06:01 p. m.	219.4	0.76	166.04	74.2657
354	12/06/2023 18:01	0.72	221.38	159.89	74.2516	-97	12/06/2023	06:05:01 p. m.	219.6	0.8	175.68	74.263
355	12/06/2023 18:00	0.73	222.16	161.11	74.2489	-98	12/06/2023	06:04:00 p. m.	221.2	0.75	165.32	74.26
356	12/06/2023 17:59	0.82	219.42	179.7	74.2462	-99	12/06/2023	06:03:00 p. m.	222.2	0.76	168.75	74.2573
357	12/06/2023 17:58	0.72	217.29	156.72	74.2432	-93	12/06/2023	06:02:00 p. m.	222.1	0.78	173.68	74.2545
358	12/06/2023 17:57	0.82	217.05	178.49	74.2406	-94	12/06/2023	06:00:59 p. m.	221.4	0.72	159.89	74.2516
359	12/06/2023 17:56	0.79	217.81	173.1	74.2376	-97	12/06/2023	05:59:59 p. m.	222.2	0.73	161.11	74.2489
360	12/06/2023 17:55	0.8	220.38	176.19	74.2347	-92	12/06/2023	05:58:59 p. m.	219.4	0.82	179.7	74.2462
361	12/06/2023 17:54	0.72	219.79	158.76	74.2318	-92	12/06/2023	05:57:58 p. m.	217.3	0.72	156.72	74.2432
362	12/06/2023 17:53	0.74	220.77	164.25	74.2292	-89	12/06/2023	05:56:58 p. m.	217.1	0.82	178.49	74.2406
363	12/06/2023 17:52	0.71	220.44	157.39	74.2264	-96	12/06/2023	05:55:58 p. m.	217.8	0.79	173.1	74.2376
364	12/06/2023 17:51	0.7	220.13	153.86	74.2238	-90	12/06/2023	05:54:57 p. m.	220.4	0.8	176.19	74.2347
365	12/06/2023 17:50	0.77	218.23	168.2	74.2212	-91	12/06/2023	05:53:57 p. m.	219.8	0.72	158.76	74.2318
366	12/06/2023 17:49	0.73	218.9	160.46	74.2184	-94	12/06/2023	05:52:57 p. m.	220.8	0.74	164.25	74.2292
367	12/06/2023 17:48	0.77	218.41	167.51	74.2158	-90	12/06/2023	05:51:56 p. m.	220.4	0.71	157.39	74.2264
368	12/06/2023 17:47	0.75	216.78	163.09	74.213	-92	12/06/2023	05:50:56 p. m.	220.1	0.7	153.86	74.2238
369	12/06/2023 17:46	0.75	217.45	163.69	74.2103	-91	12/06/2023	05:49:56 p. m.	218.2	0.77	168.2	74.2212
370	12/06/2023 17:45	0.73	216.55	159.09	74.2075	-91	12/06/2023	05:48:56 p. m.	218.9	0.73	160.46	74.2184
371	12/06/2023 17:44	0.74	214.6	158.51	74.2049	-92	12/06/2023	05:47:55 p. m.	218.4	0.77	167.51	74.2158
372	12/06/2023 17:43	0.8	214.2	170.44	74.2022	-96	12/06/2023	05:46:55 p. m.	216.8	0.75	163.09	74.213
373	12/06/2023 17:42	0.76	213.92	163.27	74.1994	-93	12/06/2023	05:45:55 p. m.	217.4	0.75	163.69	74.2103
374	12/06/2023 17:41	0.8	214.17	172.07	74.1967	-94	12/06/2023	05:44:54 p. m.	216.5	0.73	159.09	74.2075
375	12/06/2023 17:40	0.78	212.73	165.82	74.1938	-91	12/06/2023	05:43:54 p. m.	214.6	0.74	158.51	74.2049
376	12/06/2023 17:39	0.79	214.46	169.44	74.191	-91	12/06/2023	05:42:54 p. m.	214.2	0.8	170.44	74.2022
377	12/06/2023 17:38	0.74	214.39	159.05	74.1882	-90	12/06/2023	05:41:53 p. m.	213.9	0.76	163.27	74.1994
378	12/06/2023 17:37	0.81	214.73	174.22	74.1856	-90	12/06/2023	05:40:53 p. m.	214.2	0.8	172.07	74.1967
379	12/06/2023 17:36	0.82	215.17	175.71	74.1827	-92	12/06/2023	05:39:53 p. m.	212.7	0.78	165.82	74.1938
380	12/											

ANEXO H CALCULO DE POTENCIA

2.2 Active Power

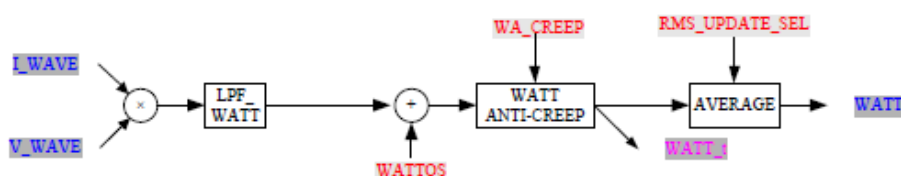


Figure 4

Address	Symbol	External	Internal	Bits	Default	Description
		R/W	R/W			
0x08	WATT	R	W	24	0x000000	Active power register

Formula for calculating active power:

$$WATT = \frac{4046 * I(A) * V(V) * \cos(\varphi)}{V_{ref}^2}$$

I(A) and V(V) are the voltage RMS of analog input PIN(IP&IN, VP&GND), φ is the phase angle between I(A) and V(V) (AC signal), V_{ref} is the on-chip reference voltage, the typical value is 1.218v.

This register indicates whether the active power is positive or negative. Bit[23] is the symbol Bit. Bit[23]=0 means the current power is positive and Bit[23]=1 means the current power is negative, in complement form.

2.3 Active power offset correction

BL0940 has one 8-bit active power offset adjust register (WATTOS), default value is 00H. It eliminates the offset of active power in the measurement of electric energy with the data in the form of complement of 2. Bit[7] is the symbol Bit. The offset may come from board level noise or crosstalk. Offset adjustment can make the values in the active power register close to 0 with no load.

Address	Symbol	External	Internal	Bits	Default	Description
		R/W	R/W			
0x15	WATTOS	R/W	R	8	0x00	Active power offset adjust register

$$WATTOS = \frac{WATT - WATTO}{8 \times 3.05172}$$

WATT is the active power after adjustment, and WATTO is the active power before adjustment.

2.4 Active power anti-creep

BL0940 has the patented power anti-creep function, which ensures that the power of board level noise will not accumulate when there is no load.

This register is 8bit unsigned data, default value is 0BH. The corresponding relationship between this value and the active power register value is shown in the following formula. When the absolute value of the input active power signal is less than this value, the output active power is set to 0. This can make the value of the active power register is 0 and the energy does not accumulate in the case of no load, even if there is a tiny noise signal.

Address	Symbol	External	Internal	Bits	Default	Description
		R/W	R/W			
0x17	WA_CREEP	R/W	R	8	0x0B	Active power no-load threshold register

Set WA_CREEP based on the value of the power register WATT, their corresponding relationship as below:

$$WA_CREEP = \frac{WATT}{3.0517578125 \times 8}$$

Note: when the channel is in the anti-creep state, the RMS current register of this channel is also set to 0.

2.5 Energy Measurement

BL0940 provides energy pulse measurement. The active instantaneous power is integrated by time to get active energy and output calibration pulse in proportion. CF_CNT register saves the count of output energy pulse.

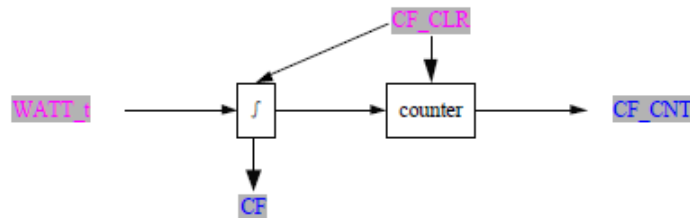


Figure 5

Address	Symbol	External	Internal	Bits	Default	Description
		R/W	R/W			
0x0A	CF_CNT	R	W	24	0x000000	Active energy pulse count

The count of active energy pulses corresponds to the consumption of electricity. The result is saved in CF_CNT register. The count of pulses can be counted directly from the CF pin through I/O interruption. When the period of CF is less than 180ms, the pulse is 50% duty cycle. When it is greater than or equal to 180ms, the fixed pulse width of high-level is 90ms.

Note: CF_CNT is pulse algebraic sum accumulation. It means that pulse plus at positive energy and minus at negative energy.

The cumulative time of each CF pulse:

$$t_{CF} = \frac{1638.4 * 256}{WATT}$$

WATT is the corresponding active power register value (WATT).

2.6 Current and Voltage RMS

The RMS of these channels is shown in the figure below. After the square circuit (X^2), the low-pass filter (LPF_RMS) and the ROOT circuit (ROOT), the instantaneous value RMS_t of RMS is calculated, and then the average value of the two channels (I_RMS, V_RMS) is calculated.

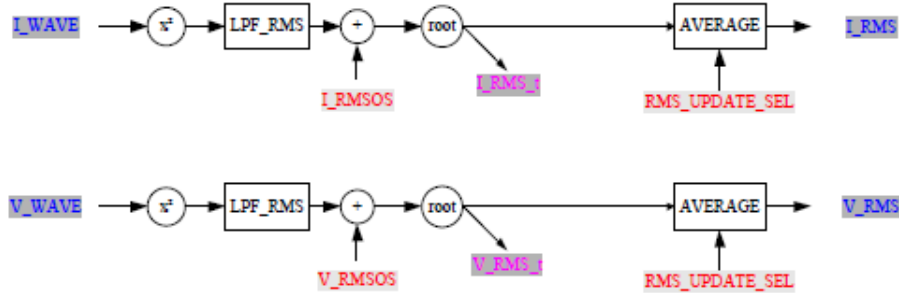


Figure 6

Address	Symbol	External	Internal	Bits	Default	Description
		R/W	R/W			
0x04	I_RMS	R	W	24	0x000000	Current RMS register, unsigned
0x06	V_RMS	R	W	24	0x000000	Voltage RMS register, unsigned

0x18		MODE		User mode selection register	
No.	Symbol	Default	Description		
8	RMS_UPDATE_SEL	0b0	RMS register update rate	0: 400ms	
				1: 800ms	

Set MODE[8].RMS_UPDAT_SEL, the average refresh time of RMS can be selected as 400ms or 800ms, and the default value is 400ms. When a current channel is in anti-creep state, the RMS of the current channel is 0.

The current RMS conversion formula:
$$I_{RMS} = \frac{324004 * I(A)}{V_{ref}}$$

The voltage RMS conversion formula:
$$V_{RMS} = \frac{79931 * V(V)}{V_{ref}}$$

V_{ref} is the reference voltage, the typical value is 1.218V.

Note: I(A) is the input signal between IP1 and IN1 pins (mV), and V(V) is the input signal of VP pins (mV).

2.7 RMS offset calibration of current and voltage

BL0940 has one 8-bit RMS offset register (I_RMSOS), whose default value is 00H. It is used to calibrate the deviation in RMS with the complement form of 2. This deviation may come from the input noise. The deviation calibration can make the value in the RMS register close to 0 without load.

Address	Symbol	External	Internal	Bits	Default	Description
		R/W	R/W			
0x13	I_RMSOS	R/W	R	8	0x00	Current RMS offset adjust register

$$\text{Calibration formula: } \text{RMSOS} = \frac{\text{RMS}^2 - \text{RMS0}^2}{9.3132 \times 2^{15}}$$

RMS0 is the RMS current value before correcting and RMS is the RMS current value after correcting.

2.8 Over-current Detection

BL0940 has a fast RMS register, which can detect half cycle or cycle RMS. This function can be used for over-current detection. The source of waveform I_WAVE_F is shown below. The absolute value of I_WAVE_F accumulate by half-cycle or one cycle time, which is selected by FAST_RMS_CTRL[15]. The maximum response time is 40ms (50Hz) or 33ms (60Hz) by setting AC_FREQ_SEL.

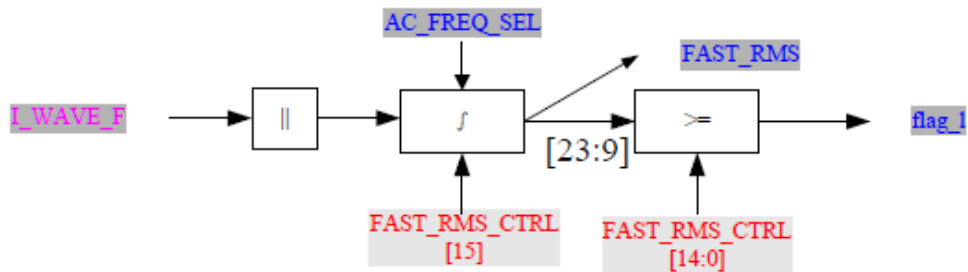


Figure 7

Address	Symbol	External	Internal	Bits	Default	Description
		R/W	R/W			

0x10	I_FAST_RMS_CTRL	R/W	R	16	0xFFFF	Fast current RMS control register
------	-----------------	-----	---	----	--------	-----------------------------------

Set the refresh time to half-cycle or cycle by IFAST_RMS_CTRL, and set the fast RMS threshold (over-current threshold).

No.	Symbol	Default	Description	
0x10	I_FAST_RMS_CTRL	0xFFFF	[15] Fast RMS refresh time	0: half-cycle 1: cycle
			[14:0] Fast RMS threshold	

0x18		MODE			User mode selection register	
No.	Symbol	Default	Description			
9	AC_FREQ_SEL	0b0	AC frequency selection		0:50Hz 1:60Hz	

Set AC frequency by MODE[9].

Address	Symbol	External	Internal	Bits	Default	Description
		R/W	R/W			
0x00	I_FAST_RMS	R	W	24	0x000000	Fast current RMS

This register is updated according to one cycle or half-cycle. Bit[23:9] compare with the over-current threshold FAST_RMS_CTRL [14:0]. If the value is greater than or equal to the threshold, CF pin outputs high-level.

over-current alarm output indicator pin is CF, set MODE[12]=1 and TPS_CTRL[14]=1 before use it.

0x18		MODE			User mode selection register	
No.	Symbol	Default	Description			
12	CF_UNABLE	0b0	CF output function selection		0: energy pulse, enable by MODE[11] configured 1: alarm, enable by TPS_CTRL[14] configured	
0x1B		TPS_CTRL				
No.	Symbol	Default	Description			
14	ALERT_CTRL	0b0	Alarm selection		0: Temperature alarm on 1: over-current alarm on	

The response time of over-current is up to 2 cycles or 2 half-cycles because the fast RMS values are updated by cycle or half-cycle.

2.9 Phase Angle Calculation

BL0940 has phase angle measurement function. The reactive quadrant can be indicated by the angle of current and voltage respectively by calculating the positive zero-crossing time difference between current and voltage. It is updated to the register CORNER when the current is positive zero crossing.

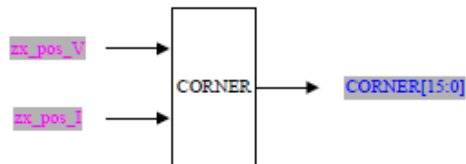


Figure 8

Address	Symbol	External	Internal	Bits	Default	Description
		R/W	R/W			
0x0C	CORNER	R	W	16	0x0000	Current voltage waveform phase angle register

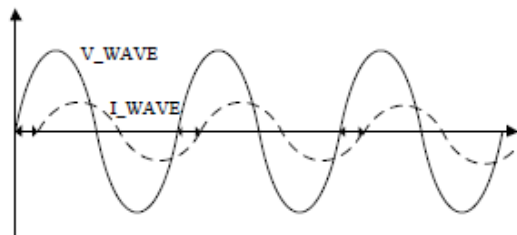


Figure 9

Phase Angle conversion formula: $2 * \pi * \text{CORNER} * \frac{f_c}{f_0}$

The unit is radian.

f_c is the frequency of the AC signal source, the default value is 50Hz. f_0 is the sampling frequency, the typical value is 1MHz.

Shanghai Belling Corp., Ltd.
810, Yishan Road, Shanghai, China, 200233 Tel: +86-21-24261000
www.belling.com.cn

20 / 31

ANEXO I



www.else.com.pe | f t @ y

Av. Mariscal Sucre 400 - Bancopata - Cusco RUC: 20116544289

Para atención de consultas, pagos o denuncias. Su número de cliente(suministro) es:

0010022353

MES FACTURADO Abril-2024

RECIBO Nro. S120 - 901153

DATOS DEL CLIENTE

NOMBRE: CARPIO SOLANO, DORIS
DIRECCIÓN: APV SOL DE AMERICA I-1-5 SAN SEBASTIAN
DPTO/PROV: CUSCO/CUSCO/SANTIAGO
RUTA: 001-07-43-011050 (114-ZONA 3B)

DATOS TÉCNICOS

TARIFA: BT5B - RESIDENCIAL ACOMETIDA: AEREA
ALIMENT: DO-08 (0140) TENSIÓN: 220 V - BT
POTENCIA: 5.00 kW. CONEXIÓN: C.1.2
N° MEDIDOR: 0605876778 MONOFASICO-Electrónico-2 Hilos
SISTEMA: 0032 - CIUDAD DE CUSCO SEC. TÍPICO: 2

DETALLE DEL CONSUMO

LECTURA ACTUAL: 13831 16 Abr 2024
LECTURA ANTERIOR: 13732 16 Mar 2024
DIFERENCIA DE LECTURA: 99 FACTOR: 1.00

CONSUMO FACTURADO 99.00 kW.h
PRECIO UNIT. S/./kW.h: 0.7984

Afecto a Recargo Ley 27510 FOSE, Monto S/ 2.42

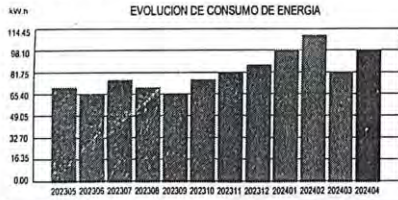


Table with 2 columns: FECHA EMISIÓN, FECHA VENCIMIENTO. Values: 18 Abr. 2024, 07 May. 2024

MENSAJES AL CLIENTE

Table with 4 columns: Mes, F. Lectura, F. Factur., F. Pago. Values: may.-2024, 16-may.-2024, 18-may.-2024, 5-jun.-2024

DETALLE DE FACTURACIÓN

Table with 2 columns: CONCEPTO, IMPORTE S/. Values: ALUMBRADO PUBLICO (Alicuota AP: S/ 0.8822) 6.18, CARGO FIJO AJUSTADO 3.90, ENERGIA AJUSTADA 79.04, INTERESES COMPENSATORIOS 0.32, MANTENIMIENTO Y REPOS. DE LA CONEXION 1.42

SUBTOTAL 90.86
IGV 18% 16.35

OTROS PAGOS

Table with 2 columns: CONCEPTO, IMPORTE S/. Values: COMPENSACION POR TENSION NTCS 0.03, INTERES MORATORIO 0.02, LEY 26749 ELECTRIFICACION RURAL 1.02, REDONDEO DEL MES -0.08, REDONDEO MES ANTERIOR 0.06

TOTAL MES 108.20
DEUDA 1 MES(ES) ANTERIOR 91.50

TOTAL A PAGAR S/ ***199.70

SON: CIENTO NOVENTA Y NUEVE CON 70/100 SOLES

Evite el CORTE pagando este recibo hasta el 07 May 2024 Pasada esa fecha su suministro sera cortado.

PAGUE SÓLO EN CENTROS AUTORIZADOS

MES FACTURADO Abril-2024
TOTAL S/ ****199.70

NO AL MENSAJERO
VENCIMIENTO 07 may. 2024
001-0022353
CARPIO SOLANO, DORIS
001 - 14- CUSCO/SANTIAGO

S120 901153 202400100000749070

