

**UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA  
ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA**

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA  
DE MONITOREO Y SUPERVISIÓN PARA EL  
TALLER DE MANTENIMIENTO Y LA BODEGA 2  
DE LA EMPRESA ENERSYS GROUP S.A, EN  
EL PRIMER CUATRIMESTRE DEL AÑO 2024**

**Sustentante:  
Kevin Daniel Cabezas Murillo**

**TUTOR:  
Mauricio Armas Sandí**

**Febrero, 2024**

## CONTENIDO

---

CAPÍTULO I: PROBLEMA DEL PROYECTO .....	7
<b>1.1 ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO .....</b>	<b>8</b>
1.1.1 MARCO DE REFERENCIA EMPRESARIAL Y CONTEXTUAL .....	8
<b>1.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA .....</b>	<b>9</b>
1.2.1 DIAGRAMA CAUSA – EFECTO .....	10
<b>1.3 OBJETIVO GENERAL Y OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....</b>	<b>11</b>
1.3.1 OBJETIVO GENERAL .....	11
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS: .....	11
<b>1.4 ALCANCE Y LIMITACIONES .....</b>	<b>12</b>
1.4.1 ALCANCE DEL PROYECTO .....	12
1.4.2 LIMITACIONES DEL PROYECTO .....	13
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	14
<b>2.1 CONTEXTO HISTÓRICO .....</b>	<b>15</b>
<b>2.2 CONTEXTO TEÓRICO.....</b>	<b>19</b>
<b>2.3 CONTEXTO DE LA IMPLEMENTACIÓN .....</b>	<b>24</b>
CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO.....	28
<b>3.1 TIPO Y ENFOQUE DE INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>29</b>
3.1.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN .....	29
3.1.2 ENFOQUE DE INVESTIGACIÓN.....	29
<b>3.2 FUENTES Y SUJETOS DE INFORMACIÓN .....</b>	<b>31</b>
<b>3.3 TÉCNICAS Y HERRAMIENTAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS .....</b>	<b>32</b>
<b>3.4 VARIABLES DE INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>33</b>
<b>3.5 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>35</b>
3.5.1 POSIBLES SOLUCIONES .....	44
CAPÍTULO IV: DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL.....	46
<b>4.1 SITUACIÓN ACTUAL .....</b>	<b>47</b>
<b>4.2 CONCLUSIONES DEL DIAGNÓSTICO .....</b>	<b>51</b>

CAPÍTULO V: PROPUESTA DE PROYECTO.....	53
5.1 DISEÑO .....	54
5.2 PROTÓTIPO .....	56
5.3 IMPLEMENTACIÓN .....	66
5.4 DEPURACIÓN Y RESULTADOS .....	78
5.5 ANÁLISIS DE COSTOS .....	80
5.6 CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO .....	84
CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES DEL PROYECTO.....	85
6.1 CONCLUSIONES .....	86
6.2 RECOMENDACIONES .....	88
CAPÍTULO VII APÉNDICES Y ANEXOS .....	89
6.3 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	90
6.4 ANEXOS.....	93

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 .....	10
Ilustración 2 .....	23

Ilustración 3 .....	35
Ilustración 4 .....	36
Ilustración 5 .....	37
Ilustración 6 .....	40
Ilustración 7 .....	41
Ilustración 8 .....	42
Ilustración 9 .....	43
Ilustración 10 .....	47
Ilustración 11 .....	49
Ilustración 12 .....	50
Ilustración 13 .....	54
Ilustración 14 .....	57
Ilustración 15 .....	58
Ilustración 16 .....	59
Ilustración 17 .....	60
Ilustración 18 .....	61
Ilustración 19 .....	63
Ilustración 20 .....	64
Ilustración 21 .....	65
Ilustración 22 .....	66
Ilustración 23 .....	67
Ilustración 24 .....	68
Ilustración 25 .....	69
Ilustración 26 .....	70
Ilustración 27 .....	71
Ilustración 28 .....	72
Ilustración 29 .....	73
Ilustración 30 .....	74
Ilustración 31 .....	75
Ilustración 32 .....	75
Ilustración 33 .....	76
Ilustración 34 .....	77
Ilustración 35 .....	77
Ilustración 36 .....	79

## **INDICE DE TABLAS**

Tabla 1.....	31
--------------	----



Tabla 2.....	33
Tabla 3.....	38
Tabla 4.....	80
Tabla 5.....	81
Tabla 6.....	81
Tabla 7.....	82
Tabla 8.....	82

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por darme la salud y a mis padres que han sido de apoyo incondicional para poder llegar a la finalidad de esta carrera y a los miembros de la unidad de investigación de la carrera de ingeniería en electrónica (profesores tutores) los cuales me enseñaron en este proceso de aprendizaje y a todos los compañeros de los cuales aprendí muchas cosas.

# **CAPÍTULO I: PROBLEMA DEL PROYECTO**

---

## 1.1 ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Actualmente la empresa Enersys que se ubica en el cantón de Alajuela, también cuenta con oficinas en la provincia de San José y en el país de Panamá, esta empresa se dedica a dar soluciones en sistemas de energía en baja, media o alta tensión como también en telecomunicaciones e infraestructura.

La empresa cuenta con un equipo de 122 personas de los cuales aproximadamente el 34% trabajan en operaciones, 54% laboran en mercadeo y ventas y el restante 12% en administración y finanzas.

### 1.1.1 MARCO DE REFERENCIA EMPRESARIAL Y CONTEXTUAL

Enersys MVA es una empresa costarricense creada en el año 2003 que brinda soluciones a diferentes tipos de mercado, ubicada en la provincia de Alajuela, Costa Rica.

La empresa cuenta con dos factores muy importantes una misión y visión:

- Misión: Suministrar una solución integral, competitiva y personalizada de materiales, equipos y servicios de valor agregado para sistemas de energía, telecomunicaciones e infraestructura.

- Visión: Ser la empresa líder en los mercados en que operamos, en términos de calidad de servicio, innovación y en la creación de valor para nuestros colaboradores, socios comerciales y accionistas.

### 1.1.2 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

El director de la división de ciudades inteligentes de la empresa Enersys nos da la siguiente descripción de la necesidad a nivel interno.

1. Se desconoce el consumo de energía mensual en el área del taller y de la bodega número 2, en la cual se piensa que es el área de la institución que genera más gasto a nivel de demanda de energía eléctrica.
2. Se han presentado perdidas de materiales en el área de taller en el cual se usan herramientas de alto valor ya que es un taller certificado.
3. Existe una incertidumbre en el conocimiento de la calidad de energía que es suministrada al taller ya que se han realizado observaciones que evidencian sobrecargas en los centros de distribución eléctrica.

## 1.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

En la actualidad se desconocen varios factores que tienen preocupados al área gerencial en la empresa tales como el consumo de energía mensual en el taller, la temperatura del ambiente en el tiempo laboral y flujo de personal por el área. Como parte de las preocupaciones gerenciales se comenta que en los últimos 7 meses se ha observado un incremento en los recibos de energía eléctrica, lo cual causó una inconformidad, ya que no cambio nada a nivel de proceso del taller, ni tampoco se implementaron nuevos equipos que pudieran estar generando una mayor demanda en el servicio de electricidad, también otro de los factores que detonaron la preocupación son los picos de energía en el área del taller ya que se han presentado varias fallas repentinas sin causa aparente en equipos electrónicos. Además, uno de los puntos muestran un problema y desagrado por la falta de información ya que se desconoce el verdadero origen de los problemas que se presentan, como la perdida de recursos que son valiosos para la empresa y para el taller especialmente, así como también se presenta queja por el personal que trabaja en el taller ya que existe un momento en el día laboral donde la temperatura del taller es muy baja comparada a la temperatura del exterior y se han presentado varias incapacidades del personal por temas de resfríos e infecciones respiratorias.

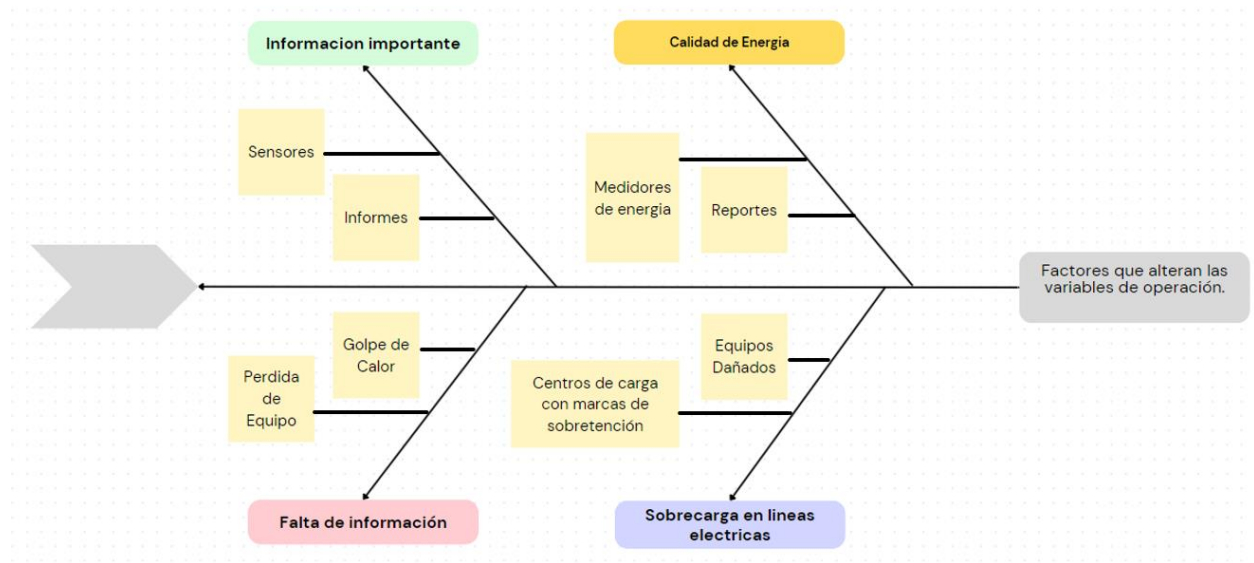
Otros de los puntos importantes es el flujo de persona ya que dentro del taller se encuentran herramientas valiosas y la restricción es importante, aunque se cuente con un registro de huella a la hora de ingresar, se desconoce cuántas personas acceden en realidad, ya que una persona autorizada puede ingresar su huella, pero con él pueden ingresar más personas que no estén autorizadas para acceder a esta zona.

### 1.2.1 DIAGRAMA CAUSA – EFECTO

Con respecto a lo anterior se identificaron 4 causas importantes las cuales se representan en el siguiente diagrama:

*Ilustración 1*

*Diagrama de causa y efecto.*



Fuente: Elaborado por el autor

## **1.3 OBJETIVO GENERAL Y OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

### **1.3.1 OBJETIVO GENERAL**

Implementar un sistema de monitoreo y supervisión mediante varios sensores y controladores con el fin de cumplir las variables de operación solicitadas por la empresa.

### **1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

- Establecer una interfaz de comunicación unidireccional utilizando dispositivos de seguridad varios de acuerdo con los requerimientos previamente solicitados por la empresa.
- Medir la variación máxima de consumo de energía mediante el uso de medidores de calidad de energía con respecto el valor medido facturado en meses anteriores.
- Evaluar los datos de medición de temperatura a nivel interno y externo del taller para lograr conocer la diferencia de temperaturas.
- Tasar la cantidad de personas que ingresan al taller mediante el sensor de conteo de personas.
- Desarrollar una interfaz gráfica que permita la visualización de las variables monitoreadas en un entorno seguro.
- Crear los usuarios correspondientes para lograr analizar desde las diferentes áreas la información dada por los sensores.
- Implementar una base de datos mediante el uso de protocolos de comunicación abiertos de acuerdo a las necesidades de la empresa.
- Sugerir mejoras basándose en los resultados obtenidos por los sensores en el determinado tiempo de estudio.
- Generar un informe de calidad de energía mediante el uso de MS Excel de acuerdo al periodo de desarrollo del proyecto.

## 1.4 ALCANCE Y LIMITACIONES

### 1.4.1 ALCANCE DEL PROYECTO

Al ser conscientes de la problemática actual podemos decir algunos alcances:

- La implementación de sensores necesarios para cubrir las necesidades, seleccionando sensores adecuados para monitorear las variables críticas como temperatura, humedad, etc.
- La instalación de medidores de calidad de energía que puedan registrar el consumo energético.
- El sistema de unificación y codificación de señales inalámbricas.
- El desarrollo de la interfaz para permitir al usuario final visualizar los datos de una forma dinámica y entendible.

#### 1.4.2 LIMITACIONES DEL PROYECTO

Las limitaciones que se pueden encontrar en este proyecto son:

- Falta de colaboración entre áreas.
- La disponibilidad de los recursos para ejecutar el proyecto está sujetos a venta.
- En relación con sensor de personas tiene una limitación de 3,50 metros a nivel del suelo.
- El requerimiento solicitado por la empresa con base a salud ocupacional.
- Cambio de sensor de temperatura y humedad.



# CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

---

## 2.1 CONTEXTO HISTÓRICO

A lo largo del tiempo, el sector empresarial ha experimentado cambios significativos impulsados por la automatización, la competencia en el mercado y la demanda de mayor eficiencia operativa.

Estos cambios han llevado a las empresas a buscar constantemente formas de mejorar sus operaciones, procesos de movimientos de inventario y procesos de ensamblaje para mantener la competitividad ante el mercado regional.

En el campo del mantenimiento y seguimiento industrial, tradicionalmente se ha adoptado un enfoque reactivo, donde las intervenciones se realizaban únicamente cuando surgían fallos o averías en los equipos. Sin embargo, con el avance de la tecnología y la creciente disponibilidad de herramientas de monitoreo y control, ha surgido un cambio hacia un enfoque más proactivo y predictivo.

En los últimos años, el desarrollo de sistemas de supervisión basados en SCADA y la fuerza internacional del Internet de las cosas (IoT) y los avances en análisis de datos, han revolucionado la forma en que se gestiona el monitoreo y el control de variables. Estas tecnologías permiten la recopilación y análisis de datos en tiempo real, lo que facilita la detección temprana de anomalías, la predicción de fallos y la planificación de intervenciones de mantenimiento de manera más eficiente.

En el caso específico de Enersys S.A., una empresa que tiene varias divisiones comerciales como: transmisión y distribución, industrial, telecomunicaciones, iluminación,

construcción, mayoreo, ciudades inteligentes y centro de servicios técnicos.

Esta compañía cuenta con mucho movimiento de mercadería por la demanda del mercado y las necesidades específicas de las compañías que se les da soporte en todas las divisiones anteriormente comentadas.

El monitoreo y control de los recursos a nivel local que se necesitan para completar las operación juegan un papel fundamental en la gestión diaria. El monitoreo continuo permite identificar la razón de falta de material como herramientas en el taller y también la justificación de la demanda de alto consumo eléctrico en la localidad del taller.

Evolución en el monitoreo y control de los recursos.

La evolución significativa en las últimas décadas, impulsada principalmente por avances tecnológicos y una mayor conciencia sobre la importancia de la gestión sostenible de los recursos naturales. Aquí hay algunas áreas clave de evolución:

1. Sensores y tecnología de monitoreo remoto: Los avances en sensores, satélites, drones y otras tecnologías de monitoreo remoto han revolucionado nuestra capacidad para recopilar información sobre activos importantes y también recursos naturales como el agua, el suelo, la vegetación y la atmósfera. Estos sistemas permiten una monitorización más precisa y en tiempo real para de esta forma tener conciencia de los recursos o materiales.
2. Análisis avanzado: La recopilación de datos de monitoreo ha llevado al desarrollo de técnicas de análisis de datos más precisas, incluyendo el aprendizaje automático y la

inteligencia artificial. Estas herramientas pueden identificar patrones, tendencias y anomalías en los datos que ayudan a predecir cambios futuros en los recursos y a tomar decisiones informadas.

3. Sistemas de información geográfica (SIG): Los SIG integran datos geoespaciales con información tabular para analizar, interpretar y visualizar patrones y relaciones en el espacio. Esto se ha convertido en parte fundamental para el monitoreo y la gestión de recursos, permitiendo la creación de mapas detallados y modelos predictivos.
4. Enfoque en la sostenibilidad: La evolución del monitoreo y control de recursos ha estado acompañada por un cambio hacia la gestión sostenible de los mismos. Esto implica no solo la monitorización de la cantidad de recursos, sino también de su calidad y la salud de los ecosistemas en general.

Observando lo anterior, se puede deducir que:

El monitoreo y control de variables abarca un gran segmento de factores en los cuales no solo tenemos retorno de manera operativa sino también de manera económica ya que nos ayuda identificar los puntos débiles para poder mejorar de forma preventiva.

También tener presente que el monitoreo es posible porque existen equipos como los sensores que son capaces de detectar un tipo valor o señal producida por la corriente o el flujo que se desea ser censada, como por ejemplo la corriente, temperatura, presión, movimiento y muchas otras.

Como sabemos una de las principales razones por la cuales se va a establecer el monitoreo es el poder determinar y saber la calidad de la energía y como comenta (Ungaro, 2017) la electricidad representa el principal insumo utilizado en las organizaciones, y sus características no solo dependen de los de los fabricantes de equipos, sino también del cliente. Por estas razones no se encuentra un concepto único de calidad de la energía eléctrica. La IEC 6 1000-4-30 la define como: “características de la electricidad en un punto dado de una red de energía eléctrica, evaluadas con relación a un conjunto de parámetros técnicos de referencia” y para la IEEE 1159-1995 es “una gran variedad de fenómenos electromagnéticos que caracterizan la tensión y la corriente en un instante dado y en un punto determinado de la red eléctrica” caracterizar la electricidad en un punto dado de una red de energía eléctrica, se hace a partir de la continuidad del suministro, relativa al número y duración de las interrupciones y de las características de la onda de tensión y de corriente.

Una mala calidad de la energía eléctrica trae consigo el incremento en las pérdidas de energía, daños a la producción, a la economía y la competitividad empresarial.

Según lo comentado anteriormente podemos determinar que la corriente eléctrica es un factor muy importante empezando desde nuestros hogares en el día a día y finalizando incluso en las grandes industrias o hospitales que son fundamentales.

## 2.2 CONTEXTO TEÓRICO

Para llevar a cabo el monitoreo es necesarios dispositivos como sensores, como define (Moreno, 2017) un sensor es un objeto capaz de detectar magnitudes físicas o químicas, llamadas variables de instrumentación, y transformarlas en variables eléctricas.

Como conocemos estos sensores ayudan a poder tomar acciones con justificaciones basadas en informes y medidas brindados por los sensores y dependiendo de su tecnología o su avance se pueden comunicar de diferentes formas a dispositivos como Gateway o PLC'S.

Una de las formas actuales por las cuales se comunica los sensores es mediante tecnología LoRaWAN que es basado en la nube y como menciona (Moreno, 2017) el concepto de IoT, apunta a hacer que Internet sea aún más inmersivo y penetrante. Además, al permitir un fácil acceso e interacción con una amplia variedad de dispositivos como, por ejemplo, electrodomésticos, cámaras de vigilancia, sensores de monitoreo, actuadores, pantallas, vehículos, etc., IoT fomentará el desarrollo de varias aplicaciones que hacen uso de la enorme cantidad y variedad de datos generados por dichos objetos para brindar nuevos servicios a ciudadanos, empresas y administraciones públicas.

Según lo anterior podemos decir que los sensores son dispensables para poder monitorear cualquier variable que se desea medir o conocer su comportamiento, también descubrimos que los sensores tienen formas de comunicarse principalmente por dispositivos como los Gateway o los PLC'S que se puede decir que son dispositivos que

detectan un tipo de señal o comunicación que viene del sensor.

Una de las formas más comunes por la cual los sensores se comunican es mediante tecnologías como LoRaWAN, que está basado en LoRa que como nos lo indica (Caballero, 2020) es un tipo de modulación en radiofrecuencia, por tanto, es capa física de la red LPWAN conocida como LoRaWAN que es un protocolo de red que usa la tecnología LoRa para comunicar y administrar dispositivos LoRa, por tanto, es la capa de acceso al medio y se desarrolla de forma abierta por LoRa Alliance.

Según lo anteriormente comentado nos damos cuenta de que esta tecnología nos permite monitorear valores y enviarlo aprovechando las radiofrecuencias y de esta forma poder comunicar el sensor con el gateway.

Esta tecnología tiene una calificación según el dispositivo como lo comenta (Caballero, 2020) en la red LoRaWAN los dispositivos se dividen en clases según las funcionalidades que soportan: clase A, B y C, siendo A la mínima y pudiendo aumentarse con B y C. Las tres clases permiten la comunicación bidireccional y puede iniciar una subida a los servidores a través del Gateway. Difieren en relación con cuándo aceptar mensajes entrantes del servidor:

- Clase A: estos dispositivos ofrecen el mayor ahorro de energía ya que solo entran en modo escucha (ventana RX) después de la transmisión de un dato correctamente al gateway.
- Clase B: estos dispositivos eliminan la restricción de recepción de datos con la

necesidad de envío de un paquete. Tienen la ventana de recepción con base a tiempos predeterminados por el Gateway. Mediante el envío de beacons por parte del Gateway, este se sincroniza con el dispositivo final para planificar los tiempos de las ventanas de recepción. Al estar escuchando más tiempo presentan un mayor consumo de energía que los dispositivos de clase A.

- Clase C: estos dispositivos ofrecen el menor ahorro de energía debido a que siempre están en modo escucha y solo se interrumpe cuando se produce una transmisión. Esta clase de dispositivos presentan la mejor latencia.

Está bien representado con la información anterior que las clases tienen que ver el balance entre consumo energético y capacidad de recepción de los dispositivos y de esta forma se pueden validar esta tecnología para varias soluciones como, por ejemplo; las aplicaciones que no necesitan enviar datos al dispositivo final, las que tienen un cierto tipo de demanda de envío de datos y las que tienen una gran demanda de envío de datos al dispositivo final.

Como comentábamos anteriormente para que los sensores puedan enviar sus señales es necesario un PLC'S o un Gateway que como lo menciona (BARBA, 2022) es un dispositivo encargado de proporcionar conectividad entre las cosas que corresponden a objetos encargados de recolectar información y realizar cambios en el entorno, y la nube que corresponde a una red de equipos informáticos que posibilitan el uso de los datos y el comando de las cosas también el objetivo del Gateway dentro de un proceso industrial

corresponde a posibilitar el flujo bidireccional de información entre la nube que corresponderían a los operadores locales y remotos y las cosas que corresponderían a los dispositivos en campo, aplicaciones e incluso a las personas involucradas directamente con el proceso industrial generando beneficios como el incremento de la eficiencia y productividad, la creación de nuevas oportunidades de negocios, el incremento de la seguridad de los trabajadores, el mejoramiento del proceso de innovación de productos, reducir costos de los recursos y mejorar el entendimiento de las demandas de los consumidores y todos estos beneficios pueden resultar bastante convenientes para una compañía.

Según lo anteriormente comentado podemos ser conscientes que el Gateway es ese dispositivo que tiene que estar conectado ya sea mediante tarjeta SIM más conocida como red celular, también mediante la una conexión de cable UTP o conexión de red y por último, mediante una red Wifi cercana, esto va a depender según el lugar donde va a ser colocado el dispositivo, esta interacción con el acceso al internet es fundamental ya que nuestro punto de salida de información y nuestro punto de entrada de ser lectura y escritura.

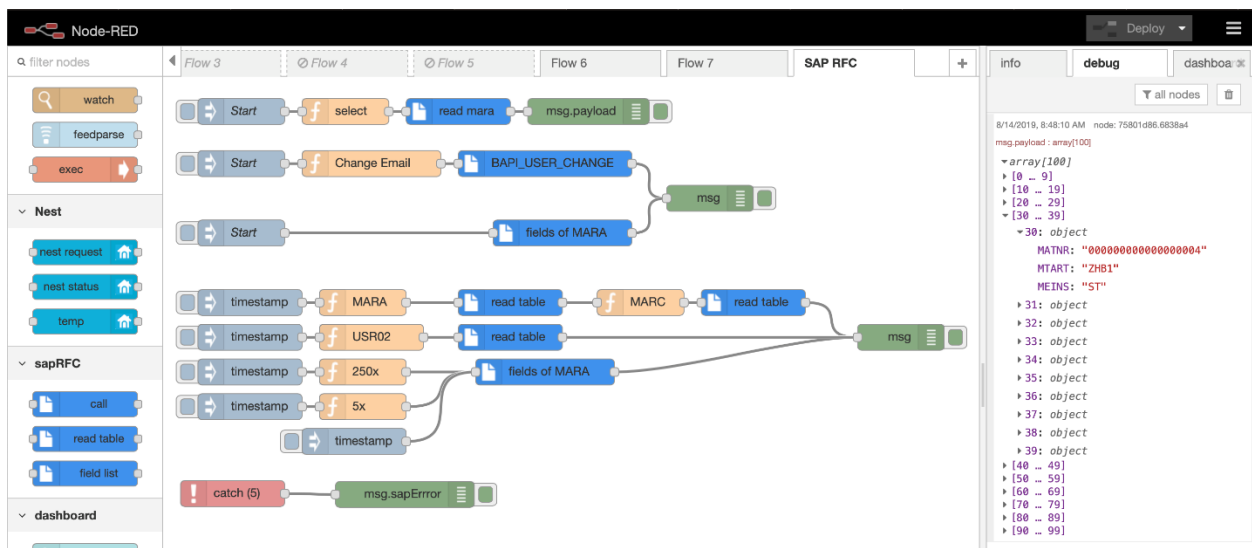
Algunos Gateway tiene la capacidad de contar con un nodo de Node-RED que como lo comenta (Galvez, 2020) Node-RED es una herramienta de programación visual, que permite al usuario a programar sin tener que escribir una línea. Es decir, que la programación de Node-RED está

basado en nodos, de lo cual se puede añadir o eliminar nodos y conectando entre sí con la finalidad de que se comuniquen entre ellos. Node-RED es una herramienta open-source para la gestión y procesamiento de datos en tiempo real en el entorno de la industria 4.0.

Para lograr ver gráficamente lo anteriormente comentado adjunto la siguiente imagen:

Ilustración 2

Sistema de bloques – Node-red



Fuente: <https://www.tpsearchtool.com/images/node-red-lecture-8-advanced-flows-with-node-red-node-red-programming>.

Como lo podemos visualizar la programación en Node-RED nos permite programar de una forma más sencilla basada en las relaciones entre nodos, en donde también tiene la posibilidad de manejar la comunicación en tiempo real que esto es algo fundamental para poder tener los datos factibles y actualizados.

También es importante mencionar que Node-RED no solo es nuestro entorno de programación sino también nuestro entorno de visualización, donde podremos revisar los valores o las condiciones que necesitamos censurar.

En este caso necesitamos validar y censar variables en el taller de Enersys, el cual sabemos que es fundamental para la operación de la compañía porque a lo largo del tiempo la comercialización y los servicios a jugado un papel muy importante en la economía de la compañía.

### **2.3 CONTEXTO DE LA IMPLEMENTACIÓN**

Debido a la oportunidad de este proyecto en el cual se va a abordar una problemática muy común en algunas compañías, por ende, existen muchas implementaciones relacionadas al tema de monitoreo y supervisión.

Uno de los puntos propuestos para mejorar las condiciones visualizadas en muchos casos es el conteo de personas y como indica (Castrillon-Santana, 2014) conteo de personas es una característica deseable para un sistema automático con aplicaciones potenciales en múltiples escenarios. Por ilustrar con algunos ejemplos, es necesario conocer el número de pasajeros que entran y salen de un medio de transporte público para llevar a cabo su control y gestión.

En pubs y discotecas los protocolos de evacuación están diseñados de acuerdo con la capacidad del local, no debiendo sobrepasarse para evitar situaciones peligrosas. El control de presencia es también esencial para la implantación de políticas de ahorro energético.

Según lo anteriormente comentado nos podemos enterar de la importancia del conteo de personas para la gestión de tránsito en un lugar ya que nos ayuda a identificar el flujo de personas que pueden ingresar o salir de una zona o lugar en específico.

En el caso presente se propone utilizar sensores infrarrojos para esta tarea los cuales

como comenta (Barrón, 2020) los sensores infrarrojos son dispositivos electrónicos que miden y detectan la radiación de los objetos dentro de su campo de visión, por lo que al momento en que se interrumpe dicha radiación se logra la detección del objeto, en este caso un vehículo.

En el caso anterior fueron utilizados para medir el flujo de vehículos, pero en el presente caso de estudio se va a realizar para el conteo de personas.

Parte de los valores que se requieren medir es la temperatura dentro del taller esto nos lleva a el estudio también del uso de sensores de temperatura que utilizan una termocupla y como nos indica (Aragonés, 2010) las termocuplas son los sensores de temperatura eléctricos más utilizados en la industria. Una termocupla se hace con dos alambres de distinto material unidos en un extremo, al aplicar temperatura en la unión de los metales se genera un voltaje muy pequeño, del orden de los milivolts el cual aumenta con la temperatura. Este sería un esquema de ejemplo de una termocupla cualquiera.

Como según lo anteriormente comentado nos damos cuenta de que la termocupla es un sensor muy sensible a los cambios de temperatura el cual puede generar un tipo de voltaje sea positivo o negativo.

Por eso (VELASCO, 2011) en su proyecto utiliza una termocupla K se usa típicamente en fundición y hornos a temperaturas menores de 1300 °C, por ejemplo, fundición de cobre y hornos de tratamientos térmicos.

Constituyen el tipo más satisfactorio de termocupla para el uso en atmósferas reductoras, atmósferas oxidantes e inertes. Las termocuplas J y K junto con los Pt100 son los sensores de temperatura de uso industrial más comunes, económicos y fáciles

de reemplazar.

Con lo anterior nos lleva a conocer la capacidad de dispositivos capaces de censar la temperatura de un lugar específico y que existen alguno de estos con limitaciones que pueden afectar el proyecto.

Existen sensores que contemplan un sistema de emisión de señales mediante un protocolo puntual o varios, también existen otros como del caso anterior que necesitan de un controlador lógico para poder recolectar la señal y poder enviar o mostrarla en valores puntuales o graficas.

También para poder llevar a cabo un monitoreo efectivo de las variables de operación, es necesario emplear herramientas y tecnologías adecuadas. En este sentido, sistemas de supervisión basados en equipos seleccionados para realizar un análisis predictivo juegan un papel crucial.

Los sistemas de monitoreo y supervisión son muy importantes para las compañías hoy en día ya que les ayuda a tener el control sobre ciertas variables importantes y obtener un rendimiento no solo con base a terceros si no desde sus propios análisis e informes.

El componente Supervisión y Monitoreo está dirigido a la detección de errores e irregularidades que no fueron detectados con las actividades de control, permitiendo realizarlas correcciones y modificaciones necesarias. La no comprensión del control interno como una función de la dirección y de cada uno de los procesos de la organización y el desconocimiento de los directivos a la evaluación de este puede conllevar al diseño de un procedimiento para implementar el componente supervisión y

monitoreo del control interno para resolver las necesidades de esta investigación

(Cruz., 2016)

Con base en el texto anterior podemos reforzar lo comentado como solución para la necesidad presentada por Enersys y poder tener un panorama para poder cubrir la solicitud.



# CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

---

### **3.1 TIPO Y ENFOQUE DE INVESTIGACIÓN**

#### **3.1.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN**

Según Eliana:

La investigación implica formular interrogantes y hallar respuestas a través de la recopilación de información. Estos datos pueden manifestarse como números, palabras o imágenes. Cuando se trabaja con números o se convierte la información en escalas numéricas, se trata de una investigación con enfoque cuantitativo. Por otro lado, si la información se presenta como palabras o imágenes sin ser convertidas en valores numéricos, se trata de una investigación cualitativa. Esta distinción fundamental entre ambos tipos radica en el tipo de datos utilizados: los datos cuantitativos se basan en números para responder a las preguntas planteadas, mientras que en la investigación cualitativa se recolectan palabras o imágenes que no se traducen en valores numéricos (Echenique, 2017).

Apoyado en el anterior texto se puede confirmar que la presente investigación se basa en la búsqueda de la solución en el método de gestión por lo cual se considera como aplicada.

#### **3.1.2 ENFOQUE DE INVESTIGACIÓN**

El enfoque de la investigación es de carácter cuantitativo ya como lo menciona (Leo-Amador, 2014) el enfoque cuantitativo tiene las siguientes características:

- Utiliza la recolección y el análisis de datos para contestar una o varias preguntas de investigación y probar las hipótesis establecidas previamente.
- Confía en la medición numérica, el conteo y frecuentemente en el uso de la estadística para establecer con exactitud, patrones de comportamiento en una población.
- Se fundamenta en un esquema deductivo y lógico, es reduccionista y pretende generalizar los resultados de sus estudios mediante muestras representativas.
- Primero elige una idea, que transforma en una o varias preguntas de investigación.
- De la pregunta de investigación se derivan una o varias hipótesis y se desarrolla una estrategia para probarla o refutarla.
- Mide y defines las variables en un determinado contexto.
- Analiza las mediciones obtenidas por métodos estadísticos.
- Establece una serie de conclusiones respecto a la hipótesis.

Teniendo en cuenta lo anteriormente comentado las cualidades de una investigación en un enfoque cuantitativo, esto nos enfoca y nos ayuda a tener un contexto de cómo se va desarrollando la investigación.

Según (Gutiérrez, 2011) el enfoque investigativo se emplea especialmente en situaciones donde la información disponible es limitada, buscando así contribuir al cuerpo de conocimiento existente. Se recurre a este método cuando la revisión bibliográfica revela una escasez de antecedentes sobre el problema en cuestión, o cuando lo

existente no es relevante para el contexto específico de la investigación.

Según lo menciones en el entorno que se trabaja se tiene información más, sin embargo, los datos y la información a nivel interno son limitada.

### **3.2 FUENTES Y SUJETOS DE INFORMACIÓN**

Según (García, 2019) las fuentes de información son instrumentos para el conocimiento, acceso y búsqueda de la información, su objetivo principal es el de buscar, fijar y difundir la fuente de información implícita en cualquier soporte físico, estas se pueden catalogar desde diferentes perspectivas, sin embargo, cada autor puede elaborar su propia clasificación dependiendo su grado de información.

Tabla 1

*Formato para definición de sujetos de Información.*

<b>Puesto Laboral o Descripción general</b>	<b>Profesión u Oficio</b>	<b>Experiencia</b>	<b>Relación con el tema</b>
<b>Gerente</b>	Ingeniero en Electromecánica	+ 10 años	Encargado del centro de Servicios Técnico donde se realiza el estudio.
<b>Gerente</b>	Ingeniero en Electrónica	+10 años	Encargado del departamento de ciudades inteligentes.
<b>Técnico</b>	Técnico de taller de Servicio	+10 años	Técnico que trabaja en el taller.

Técnico	Técnico de taller de servicios	+10 años	Técnico que trabaja en el taller

*Fuente: Elaborada por el autor.*

### 3.3 TÉCNICAS Y HERRAMIENTAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Sampieri comenta que las técnicas de recolección de los datos pueden ser múltiples. Por ejemplo, en la investigación cuantitativa: cuestionarios cerrados, registros de datos estadísticos, aparatos de precisión, etc. En los estudios cualitativos: entrevistas a profundidad, pruebas proyectivas, cuestionarios abiertos, sesiones de grupos, biografías, revisión de archivos, observación participante, entre otros. (Sampieri, 2018)

Correspondiente a lo anterior podemos ayudarnos para terminar de aclarar las diferencias entre la ruta o enfoques cuantitativo y cualitativo, lo cual nos ayuda como guía de como recolectar esta información necesaria siendo una investigación.

Como comenta Sampieri es enriquecedor realizar investigación entrevistas abiertas a ingenieros muy experimentados que le transmitirían sus vivencias, problemas que enfrentaron y las soluciones implantadas. Asimismo, podría platicar con futuros usuarios de la edificación para conocer sus necesidades y adaptarse a ellas.

Según lo anterior y relacionándolo al tipo de investigación podemos deducir que las entrevistas abiertas son una excelente herramienta para lograr recolectar datos importantes y valiosos.

### 3.4 VARIABLES DE INVESTIGACIÓN

Nos comenta (Monjarás, 2019) que los diseños de investigación son estrategias metodológicas para alcanzar propósitos investigativos, esto se refiere a la expresión de una planificación que comparte características en común.

A nivel de investigación, puede haber ideas parecidas, sin embargo, las estrategias para llegar al objetivo final son distintas, ya que existen limitaciones a nivel instrumento y debido a ciertas características se cambia todo el panorama.

Como podemos ser conscientes de que la investigación como primer punto de nuestro proyecto es sumamente importante porque es donde podemos encontrar proyectos parecidos pero que nos pueden dar una guía u orientación de los contextos en los cuales se puede desarrollar más sin embargo siempre las limitaciones y los contextos van a hacer distintos.

También se puede realizar un estudio a las estratégicas metodológicas utilizadas en casos similares y esto nos ayudara a orientar y tener metas claras y crear una estrategia funcional a nuestra realidad.

*Tabla 2*

*Variables de investigación.*

Objetivo Específicos	Variables asociadas	Descripción
Establecer una interfaz de comunicación unidireccional utilizando dispositivos de seguridad varios de acuerdo con los requerimientos previamente solicitados por la empresa.	Comunicación entre dispositivos de seguridad.	Los dispositivos deberán comunicarse entre sí con el fin de dar el acceso correcto al personal.

<p>Medir la variación máxima de consumo de energía mediante el uso de medidores de calidad de energía con respecto al valor medido facturado en meses anteriores.</p>	<p>Consumo de energía del tablero principal.</p>	<p>Integrar medidores de calidad de energía en el tablero principal.</p>
<p>Elaborar una base de datos mediante el uso del protocolo de comunicación Bacnet de acuerdo con los registros previos de personal.</p>	<p>Bases de Datos</p>	<p>Unificar información recolectada por los sensores en una base de datos.</p>
<p>Analizar el impacto económico y operativo del sistema implementado, utilizando la comparación de costos y beneficios con respecto a la situación actual de la empresa.</p>	<p>Impacto de sistema implementado</p>	<p>Análisis de variables recolectada por los sensores para una mejora operacional.</p>

*Fuente: Elaborada por el autor*

### 3.5 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

El diseño de investigación es la estructura o guía utilizada para la planificación, implementación y análisis del estudio, también se puede decir que es una forma de responder a la pregunta o hipótesis de la investigación. Diferentes tipos de preguntas o hipótesis requieren diferentes tipos de diseño de investigación. Por lo que, es necesario poseer preparación y comprensión amplia de los diversos tipos de diseño de investigaciones disponibles. Los diseños de investigación son generalmente clasificados como cualitativos o cuantitativos. No obstante, cada vez es más común que investigadores combinen o mezclen diseños múltiples cuantitativos y/o cualitativos dentro de un mismo estudio (Sousa, 2007).

Tomando en cuenta lo anterior en la siguiente *ilustración* podemos ver la estructura en la cual se está planificando la investigación y el desarrollo.

*Ilustración 3*

*Estructura de planeamiento de la investigación.*



*Fuente: Elaborada por el autor.*

### Etapa 1:

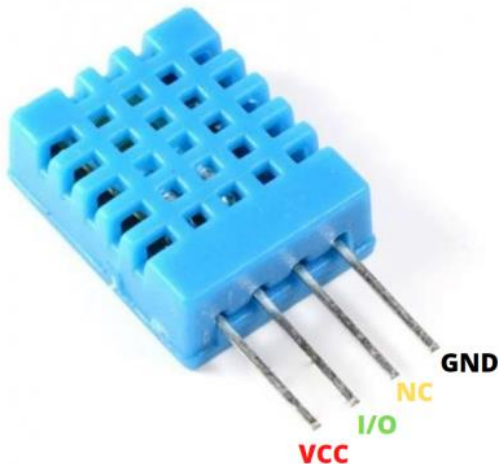
En esta etapa 1 se va a llevar a cabo una serie de ideas correspondientes a la integración de soluciones con sensores en los cuales nos ayudara a orientarnos en una solución funcionadle y respaldada.

Por ejemplos (Chanchí-Golondrino, 2022) propone sensores para la monitorización de variables de interés en cultivos, el cual consta de tres capas: captura, transmisión y aplicación. Entre estos el sensor de temperatura (DHT -11), este sensor es digital básico a bajo coste, dicho sensor utiliza un sensor humedad capacitivo y un termistor para medir el aire circundante y emite una señal digital en el pin de datos.

Como se puede ver en la *ilustración 4* se pueden ver los pines de alimentación:

*Ilustración 4*

*Sensor DHT-11*



Fuente: <https://www.automatizacionparatodos.com/sensor-dht11-arduino/>

Como se puede sensor tiene la capacidad de conectarse a con microcontroladores programables como el caso de ARDUINO, al poder observar estas implementaciones

dando una solución, es donde podemos analizar los tipos de dispositivos de tecnologías para lograr llegar a cubrir la necesidad actual.

En el análisis de soluciones nos encontramos con el sensor Taos TSL277xx con un rango de medición desde 2 lux hasta 65535lux esto nos comenta (garcia, 2016) en su trabajo de sistema de conteo automático de flujo de personas por medio de visión artificial, la siguiente *ilustración 5* nos ayuda a ver la dimensión del sensor y que funciones podría tener.

*Ilustración 5*

*Sensor de luz*



Fuente: <https://www.directindustry.com/pt/prod/ams/product-102577-2258097.html>

Con la anterior podemos deducir en donde puede ser utilizados este tipo de sensores pueden detectar a las personas, pero también depende de factores como el nivel de iluminación, como se adjunta en la *tabla 1*:

*Tabla 3*

*Nivel de iluminación*

Hora de Lectura	Nivel de iluminación (LUX)	Detección de peatones
08:00	1300	si
09:00	1270	si
10:00	1322	si
11:00	1349	si
12:00	1483	si
13:00	1516	si
14:00	1497	si
15:00	1357	si
16:00	1160	si
17:00	824	si
17:30	687	si
17:45	28	si
18:00	20	si
18:15	12	no
18:30	8	no
18:45	8	no
19:00	5	no
20:00	4	no
21:00	4	no
22:00	2	no

*Fuente:* (garcia, 2016).

Como podemos observar en la tabla el sensor no puede recibir cierta cantidad de niveles de iluminación porque puede afectar su capacidad para su función.

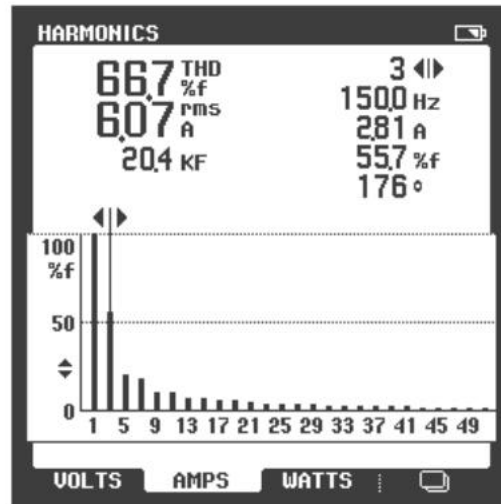
Igualmente, este sensor es utilizado en cámaras o incluso en las pantallas OLED que utilizan nuestros dispositivos electrónicos hoy en día como celulares, tables, “etc.”.

Sabemos que una de las partes más importante de las compañías es el ahorro de recursos tanto como hídricos, como eléctricos y muchos más, (Gilberto, 2015) nos comenta en su trabajo de investigación titulado: Estudio y análisis de eficiencia energética del sistema eléctrico del hospital IESS, que con el uso de sensores se puede reducir hasta un 60% el gasto en algunos lugares.

Analizando lo anterior buscamos ejemplos de cómo reducir el gasto energético por ejemplo (León, 2008) en su proyecto “prototipo de patrón de voltaje para calibrar instrumentos medidores de calidad de energía” creo un sistema en donde los sistemas tienen que cumplir ciertos parámetros para lograr ser confiables a la hora de medir, en esta solución utiliza un dispositivo FLUKE 43B como se observar en la *ilustración 6*.

Ilustración 6

FLUKE 43B



Fuente: (León, 2008)

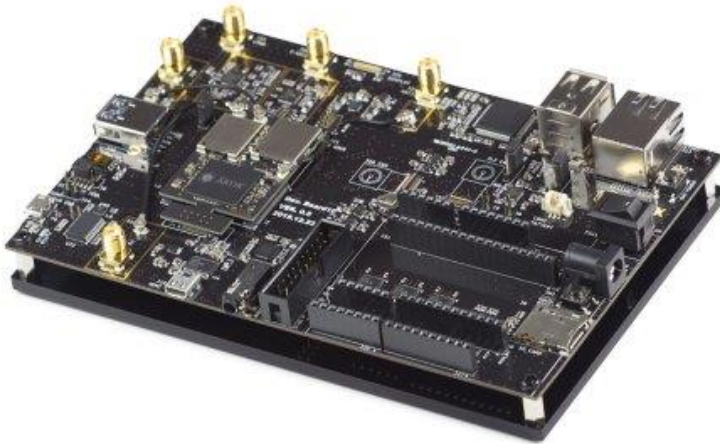
Este equipo es capaz de medir la calidad de energía y ayuda a visualizar variables importantes en un análisis eléctrico.

### Etapa 2:

En la segunda etapa se le logra dar más solides a la solución donde se busca la integración y el procesamiento de señales, por ejemplo (Macias, 2021) para su proyecto de diseño e implementación de un Gateway IoT multiprotocolo utilizo un kit de Samsung Artik 1020, el cual es una tarjeta embebida de alto rendimiento y multiprotocolo lo cual cuenta con la disponibilidad de comunicarse inalámbricamente mediante Bluetooth, ZigBee y Wifi, también cuenta con múltiples puertos de I/O, como la siguiente *ilustración 7* lo muestra:

*Ilustración 7*

*ARTIK 1020 Developer Kit*



Fuente: <https://www.fabtolab.com/artik-1020-developer-kit>

Este dispositivo es capaz por comunicarse por mediante los módulos I2C, SPI, UART, entre otros.

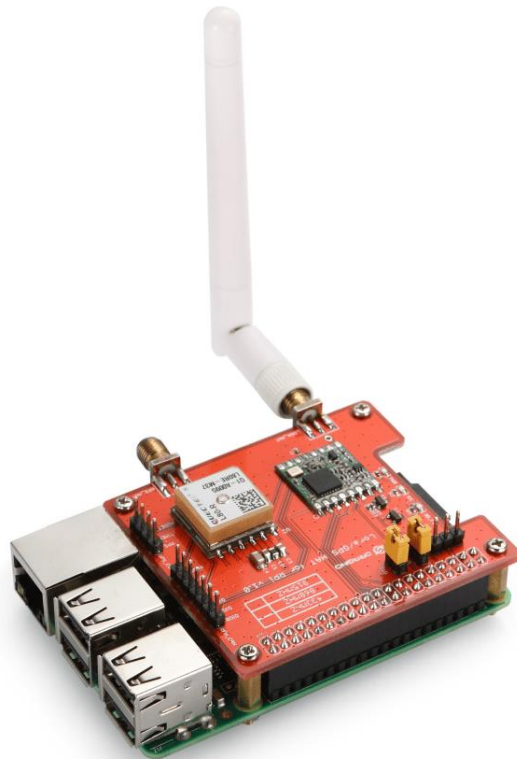
Este ejemplo nos da una idea de la capacidad que puede tener un Gateway y la importancia por lo cual requerimos uno para la solución.

También podemos observar el ejemplo que nos da (SOSA, 2020) en su trabajo DESARROLLO DE UNA RED DE SENSORES INALÁMBRICOS UTILIZANDO TECNOLOGÍA LORA PARA EL MONITOREO DE UN SISTEMA donde construyo un

Gateway con un dispositivo RaspberryPi 3 modelo B+ en conjunto de un módulo inalámbrico por Dragino LoRa/GPS HAT como se puede visualizar en la *ilustración 8* tiene la apariencia de una tarjeta programable.

*Ilustración 8*

*DRAGINO LORA/GPS HAT FOR LORA GATEWAY WITH RASPBERRY PI 433MHZ*



Fuente: <https://topelectronics.gr/iot/dragino-lora-gps-hat-for-lora-gateway-with-raspberry-pi/>

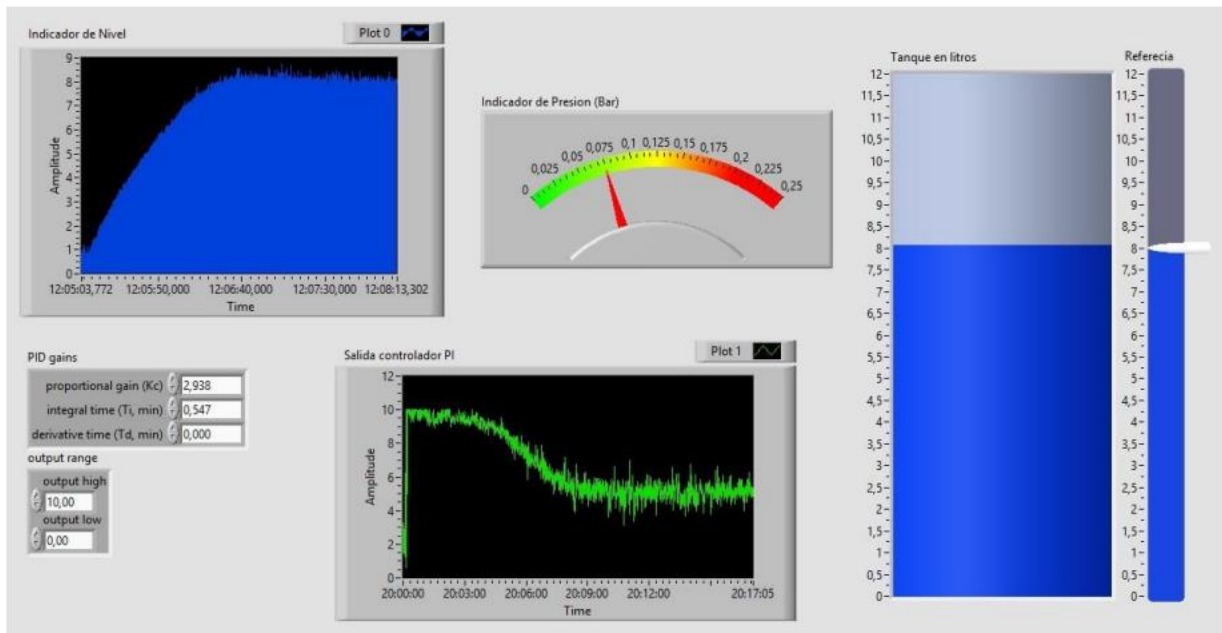
Este dispositivo admite comunicación inalámbrica por LoRa y puede operar en las bandas 433 MHz, 868 MHz y 915 MHz, esto es sumamente importante y relevante ya que estas frecuencias son las que nos permiten la comunicación de los sensores.

### Etapa 3:

Esta es nuestra etapa final donde se busca lograr una óptima visualización de los valores obtenidos por los sensores por ejemplo (MURA SOTO, 2019) donde para su proyecto de control PID de nivel de una planta de procesos a través de Labview, realizo una interfaz grafica con LabVIEW donde especifica que es una aplicación que sin controladores es básica en su uso y limitante, sin embargo, su interfaz como podemos ver en la ilustración 9 es bastante básica,

#### *Ilustración 9*

#### *Datos entregados de un panel frontal*



*Fuentes: (MURA SOTO, 2019)*

Como se puede observar la interfaz es entendible hasta un cierto punto, mas, sin embargo la persona que visualiza tiene que tener los conocimientos básicos de lo que

se está mostrando.

### 3.5.1 POSIBLES SOLUCIONES

Según lo anteriormente analizado y conociendo el contexto actual, como parte de una posible solución para cumplir la necesidad actual surge distintos panoramas los cuales podemos contemplar:

- **Etiquetado de herramienta**

Analizando las soluciones se podría etiquetar las herramientas con un sensor como los que utilizan en las tiendas con algunos articulo pequeños y fáciles de transportar como desatornilladores, multímetros, taladros, ect.

Ese código o etiqueta se le asigna a un funcionario de taller con el fin de poder llevar control sobre dicha herramienta o equipo.

- **Colocación de cámaras en estaciones de trabajo**

Establecer como segunda opción la parte de las cámaras de vigilancia sería una Implantación un poco más completaría ya que se pueden estar observando a los funcionarios en sus tiempos laborales y tener más visualización sobre los recursos.

Para poder lograr el objetivo de cubrir las necesidades actuales se tienen que analizaron varios escenarios donde somos conscientes de la necesidad de dispositivos electrónicos y como núcleo un recolector de señales o Gateway, en donde analizamos opciones como:

- Gateway:
  - Receptor de señales.

- Se programa según el tipo de paquete que envía el sensor para decodificarlo.
  - Cuenta con conexión a internet mediante Cable de red, LTE, o Wi-Fi.
  - Bajo consumo de energía.
  - No cuenta con entradas USB.
  - No cuenta con integración con multiprotocolo de comunicación.
  - Trae embebido soluciones de programación como (Node -Red).
  - No tiene un precio accesible.
  - Puede comunicarse inalámbricamente mediante frecuencias.
  - Cuenta con clasificación IP65.
- 
- Raspberry Pi:
    - Precio accesible.
    - Integración con sensores tanto de manera cableada como alámbrica.
    - Bajo consumo energético.
    - Cuenta con la posibilidad de manejar interfaces locales como en la nube.
    - Se puede utilizar como base de datos.
    - No puede comunicarse de manera inalámbrica mediante frecuencias.
    - No puede trabajar con todos los tipos de protocolos de comunicación.
    - Conexión a internet
    - Cuenta con interfaz de audio y video.
- 
- Arduino
    - Precio accesible
    - Integración con sensores de manera cableada.
    - Bajo costo energético.
    - No tiene interfaz ni de audio ni de video.



# **CAPÍTULO IV: DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL**

---

## 4.1 SITUACIÓN ACTUAL

Actualmente en la empresa Enersys MVA cuenta con un taller especializado y certificado por la compañía Schneider Electric como Engineer to Stock, que permite dar soluciones de ingeniería y en equipos de baja y media tensión, también les da la posibilidad realizar servicios como; Diseñar y armar tableros de control y automatización de motores conocidos como Centro de control de motores, armado de centros de carga de alta potencia, mantenimiento de transformadores, mantenimiento de herramientas marca Burndy como prensas hidráulicas, armado de tableros de control de iluminación y automatización industrial, comercial y residencial, sin embargo, es importante mencionar que el taller cuenta con varios accesos, el más grande se ubica al lado exterior por la ingresando por la bodega 2 por donde llega la mayoría de materiales para las tareas cotidianas de los técnicos e ingenieros, se tienen dos accesos más del mismo tamaño por el lado interno donde se encuentra la entrada principal la cual se puede visualizar en la *ilustración 10*, el taller actualmente solo cuenta con un reloj marcador de huella dactilar para control de accesos en la puerta principal.

*Ilustración 10*

*Entrada al Taller (ETS)*



*Fuente: Elaborado por el autor*

Como se puede apreciar en la anterior ilustración, existe un control de accesos, sin embargo, se desconoce cuántas personas ingresan al taller por acceso brindado ya que por la puerta principal pueden entrar las personas que gusten mientras que el imán no bloquee nuevamente la puerta de vidrio.

Actualmente no se monitorea cuantas personas entran al taller y esto ha creado una incertidumbre a la parte gerencial ya que también el taller también cuenta con dos aires acondicionados industriales donde se pretende mantener una temperatura optima para

las labores de los colaboradores en esta área los cuales trabajan y manejan herramientas muy delicadas y costosas y una de las intenciones de gerencia en buscar cómo mejorar esta área es para cuidar y vigilar estos activos, sin embargo, como podemos observar en la *ilustración 11*, muchas veces los funcionarios del taller están concentrados en sus labores.

*Ilustración 11*

*Interior de Taller (ETS)*



*Fuente: Elaborado por el autor*

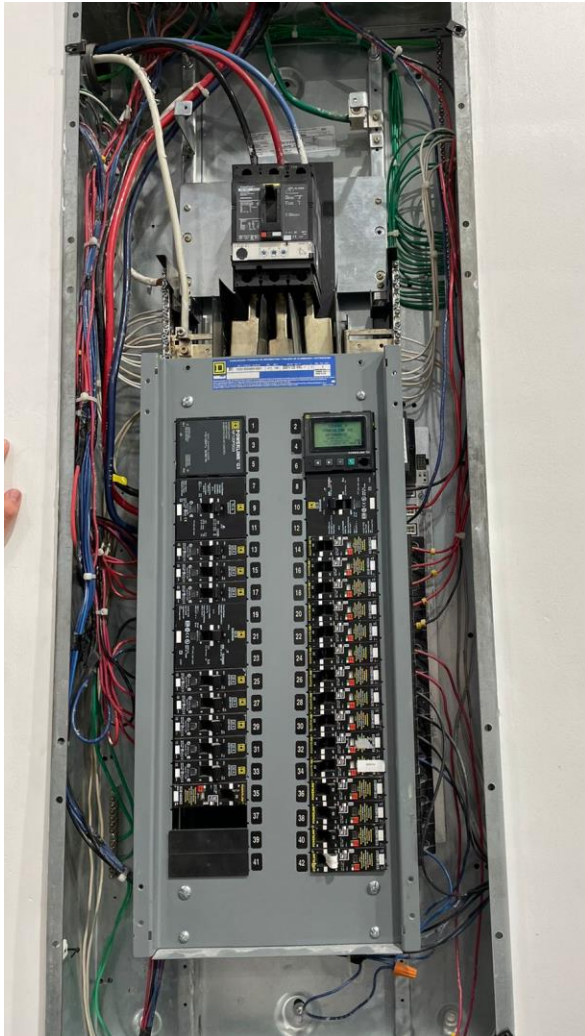
Existe el ingreso al taller tanto como de funcionarios del departamento de ingeniería de aplicaciones, personal de bodega, como también clientes finales los cuales llegan a comprobar el trabajo sobre sus tableros o transferencias.

En la parte eléctrica el taller cuenta con un tablero principal en la primera planta el cual según la información obtenida a nivel interno es el que tiene más demanda de carga en

el transcurso del tiempo, este tablero cuenta con una carga trifásica 480 v según lo podemos ver en la *ilustración 12*.

*Ilustración 12*

*Tablero de la primera planta del taller*



*Fuente: Elaborado por el autor*

Como se puede el tablero puede estar a un 85% de su capacidad en cargas, se pueden observar interruptores automáticos o más conocidos como breakers industriales.

## 4.2 CONCLUSIONES DEL DIAGNÓSTICO

- Inventarios sin control y herramienta sin supervisión

La principal afectación y la más directa es la pérdida de herramientas la cual se busca solucionar pronto, actualmente se le brindan los instrumentos necesarios a los funcionarios de taller para que realicen sus labores de la mejor manera por eso se invierte en herramienta de calidad y de alta fiabilidad como lo son los multímetros Fluke, por ejemplo, también es importante saber que los funcionarios de taller también están en constante trabajo de campo donde tienen que trasladar las herramientas fuera del taller.

Por la alta inversión que se realiza a nivel interno en materiales de trabajo cada año se busca reducir esta brecha con el desarrollo y la supervisión de las personas que llegan a tener contacto con este tipo de herramientas.

- Desconocimiento de calidad de energía suministrada.

Como sabemos una de las afectaciones actuales también es conocimiento de cuanto es lo consumido energéticamente en el mes y que calidad de energía se está recibiendo del ente regulador en este caso ICE.

Esto para la compañía es sumamente importante ya que como comentamos anteriormente en el taller se realiza manipulación de dispositivos tanto monofásicos 120v o 240v, como también el ensamble de transferencias trifásicas 480v, también se realiza la reparación de motores marca Weg.

Por los anteriores motivos es importante para el taller conocer este dato que para ellos les da más seguridad sobre sus labores, por eso es una de las brechas a cubrir.

Como podemos observar, la empresa actualmente requiere de varios sensores unificados en una sola visualización y en un solo entorno, el Gateway es se puede ver como nuestra mejor propuesta ya que tiene la capacidad de poder comunicarse de manera inalámbrica a diferentes sensores usando frecuencias y tecnologías como LoRAWAN, también cuenta a nivel interno con plataforma de programación como Node-RED que nos van a ayudar a crear un entorno de desarrollo más amigable y entendible a la vista diferencia de las otras opciones que no brindan esta opción a no ser de integrar un módulo extra y esto nos llevaría más tiempo en la implementación del proyecto y puede representar más gasto sin en algún momento el sistema llega a fallar, para la parte grafica se propone utilizar una plataforma propia de Enersys llamada Smartsys, la cual es basada en la nube, esto quiere decir que se puede ingresar desde cualquier navegador como Google Chrome, Microsoft Edge, entre otros.



# CAPÍTULO V: PROPUESTA DE PROYECTO

---

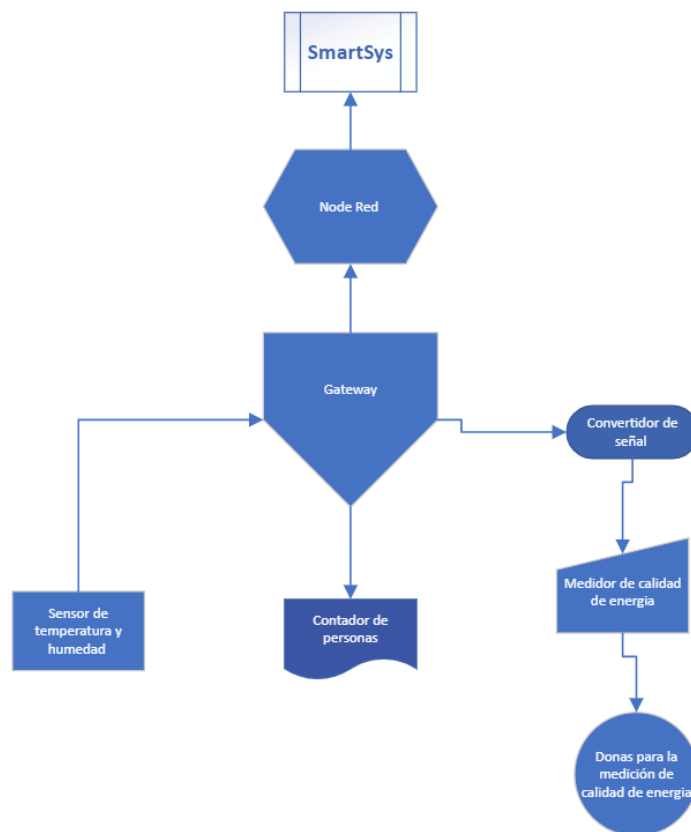
## 5.1 DISEÑO

Después de indagar la información necesaria para tener un criterio actual basándonos en la necesidad de la compañía, se puede plantear un diseño acorde a lo que el cliente requiere, igualmente siendo conscientes de que el cliente como distribuidor de muchas marcas ya cuenta con sensores y componentes los cuales los vamos a estar utilizando para lograr la implementación del proyecto.

Teniendo en cuenta lo anterior en la *ilustración 13* se muestra el diagrama de bloques el cual se divide en 7 pasos importantes para la integración del proyecto.

*Ilustración 13*

*Diagrama de bloques*



*Fuente: Elaborado por el autor.*

Como anteriormente se mencionó y como se puede observar anteriormente el núcleo de nuestro sistema a integrar es el Gateway que es el encargado de centralizar todas las variables censadas. Como comentamos en anteriores capítulos este dispositivo tiene la capacidad y también siendo conscientes que la compañía ya contaba con estos dispositivos y uno que es especial para el proyecto es el Gateway semi-industrial UG65 el cual cuenta con clasificación IP65 y compatible con la tecnología LoRaWAN de IoT, que esto nos va a ayudar ya que la compañía nos proporciona sensores con tecnología LoRa y con esto lograr integrar los sensores una forma muy sencilla y segura, como comenta (Vicario, 2020) LoRaWAN es la definición del protocolo y la arquitectura de red sobre la cual interactúan directamente las aplicaciones y que utilizan la tecnología LoRa con el fin de dar conectividad inalámbrica a una gran cantidad de dispositivos de baja potencia en grandes áreas.

Con lo anterior nos aseguramos de una integración segura bajo un mismo protocolo y con la integración de dispositivos con alta durabilidad y fiabilidad.

## 5.2 PROTÓTIPO

### a. Hardware

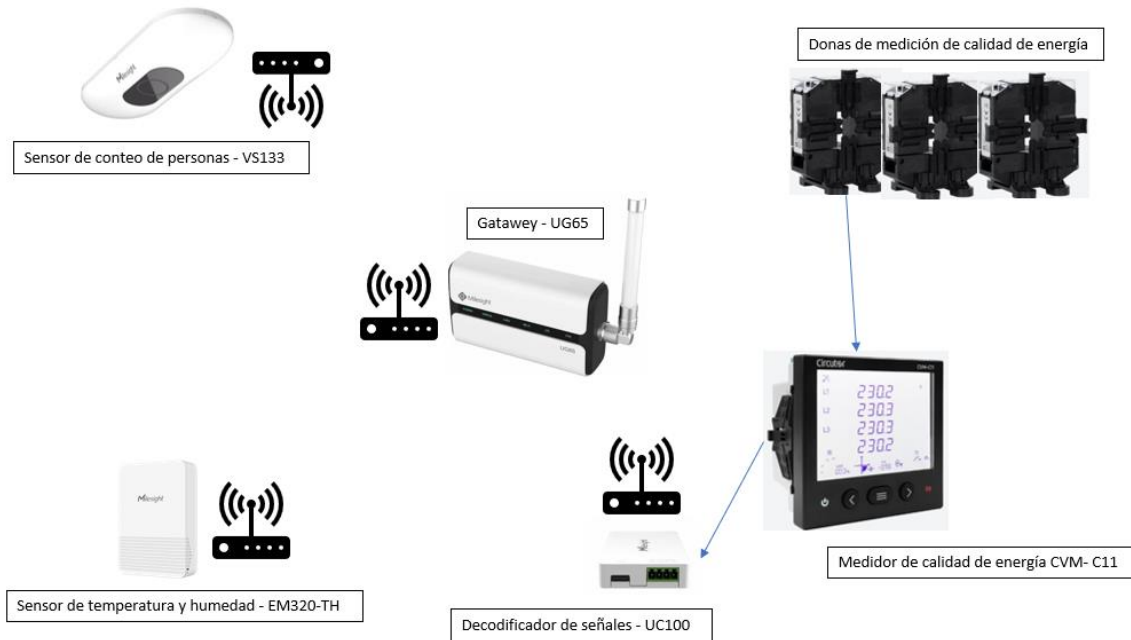
En lo que respecta hardware el proyecto este compuesto de 6 partes esenciales, las cuales se detallan a continuación:

1. Gateway UG65: Modulo utilizado como núcleo del sistema en el cual se decodifican los paquetes hexadecimales de los sensores y se logra tener una lectura entendible de los valores obtenidos.
2. Donas de medición de calidad de energía: Instrumentos de medición dedicados a censar mediante la inducción electromagnética.
3. Medidor de calidad de energía CVM- C11: Dispositivo encargado de suministrar la información recolectada por las donas y mostrarla en una interfaz en el tablero.
4. Decodificador de señales UC100: Dispositivo encargado de convertir de Modbus RTU a LoRaWAN.
5. Sensor de conteo de personas VS133: Dispositivo para el conocimiento de flujo de personas.
6. Sensores de temperatura y humedad: Dispositivos encargados de sensar la temperatura ambiente y la humedad.

Comentado lo anterior podemos observar la ilustración donde se *ilustración 14* visualmente la conexión entre los dispositivos.

Ilustración 14

Diagrama de conexión hardware.



Fuente: Elaborado por autor

En la conexión de los dispositivos se tiene que hacer pruebas incluso programación principalmente entre las donas de medición de calidad de energía y el medidor de calidad de energía ya que las donas de núcleo partido que generan un pulso de 5 A los cuales son leídos como una señal por el medidor, pero al ser el tablero trifásico se necesitan identificar las líneas, cómo se puede ver en la *ilustración 15*, donde se establecen la visualizar desde el CVM-C11.

*Ilustración 15*

*Visualización del CVM-C11.*



*Fuente: Elaborado por el autor.*

Después de configurar las líneas como L1, L2 y L3 y tener la visualización de consumo de energía de las tres líneas nos conectamos mediante cableado a las salidas RS-485 que corresponde a la salida ModBus RTU para poder llevarlo al convertidor de señales, como se muestra en la *ilustración 16*, esto me permitirá llevar la señal inalámbrica al Gateway.

*Ilustración 16*

*Implementación de convertidor de señales.*



*Fuente: Elaborado por el autor.*

Con la anterior imagen nos aseguramos de que la implementación del sensor de calidad de energía va a llegar de manera inalámbrica mediante el protocolo LoRAWAN.

En la configuración del sensor de conteo de personas (VS 133) se necesita la configuración de parámetros como distancia del dispositivo al suelo, esto se realiza contactándose a una red Wifi que el mismo dispositivo emite como people counter\_F7C72C, donde se accede mediante una dirección IP en este caso la

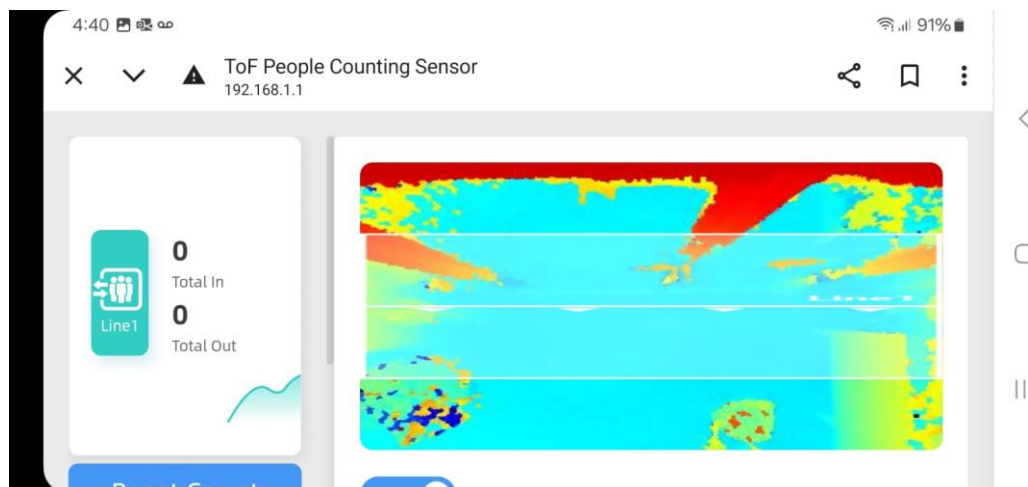
192.168.1.1, en la cual por temas de seguridad te solicita un nombre de usuario y una contraseña una vez dentro de la interfaz de configuración del dispositivo y como podemos visualizar en la *ilustración 17*. A continuación se mencionan el usuario y la contraseña asignados:

Usuario: **admin**

Contraseña: **Aveva.2024**

### *Ilustración 17*

#### *Interfaz de configuración del sensor contador de personas*

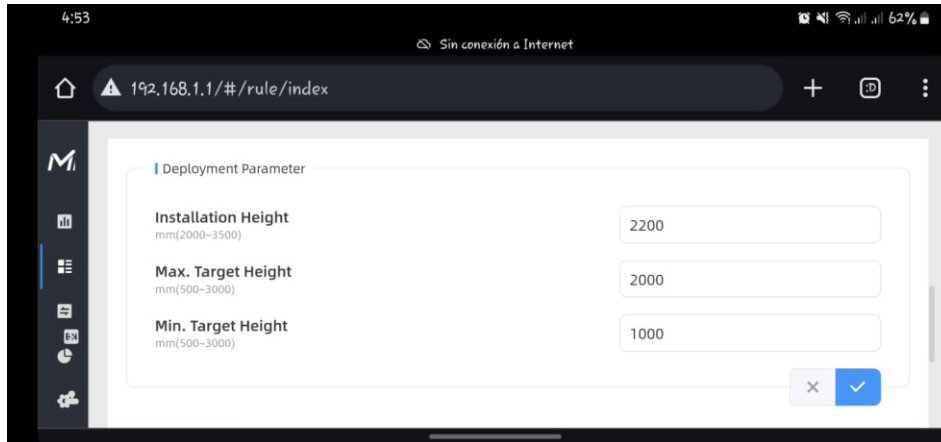


*Fuente: Elaborado por autor.*

En este sensor se debe ajustar la altura deseada (medida con respecto al nivel de suelo), hasta un máximo de 3,50 metros, estos parámetros como se puede observar en la *ilustración 18* se pueden configurar desde un celular, una tablet o una computadora.

*Ilustración 18*

*Configuración de parámetros de distancia*



*Fuente: Elaborado por autor.*

Así se realizaron las pruebas con los dispositivos que necesitaban un tipo de configuración previa para poder obtener los datos necesarios.

**b. Software**

La parte del software va más enfocada en la parte de codificación de los paquetes que podemos recibir de los sensores al Gateway, esto como lo comentamos anteriormente se va a realizar por la tecnología LoRAWAN lo cual nos va a ayudar para que la comunicación sea transmitida de manera segura y periódicamente según la necesidad.

Esto se va a realizar mediante una IP local en este caso se utiliza la red de Enersys-IOT la cual esta creada para que el departamento de ciudades inteligentes realice pruebas a

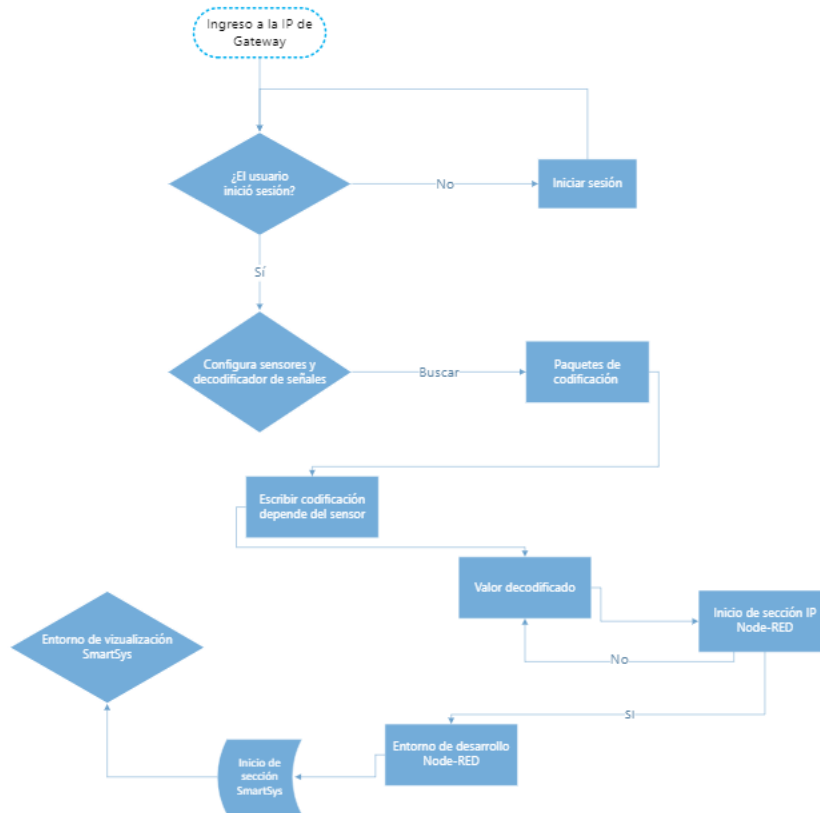
equipos con tecnología IOT, una vez localizada la IP de Gateway ingresamos mediante un navegador web, este nos lleva al entorno de configuración de dispositivo donde tenemos que ingresar un nombre de usuario y una contraseña.

Una vez dentro del entorno de configuración tenemos que realizar la búsqueda de paquetes de codificación según el sensor, cada sensor tiene un paquete de codificación diferente, una vez realizado esto nos dirigimos al desarrollador de Node-RED el cual nos permitirá crear una interfaz de visualización según la necesidad.

Para desarrollar lo anterior, en la *ilustración 19* podemos visualizar el diagrama de flujo del sistema el cual se trazó para poder determinar una dirección de programación.

Ilustración 19

Diagrama de flujo.

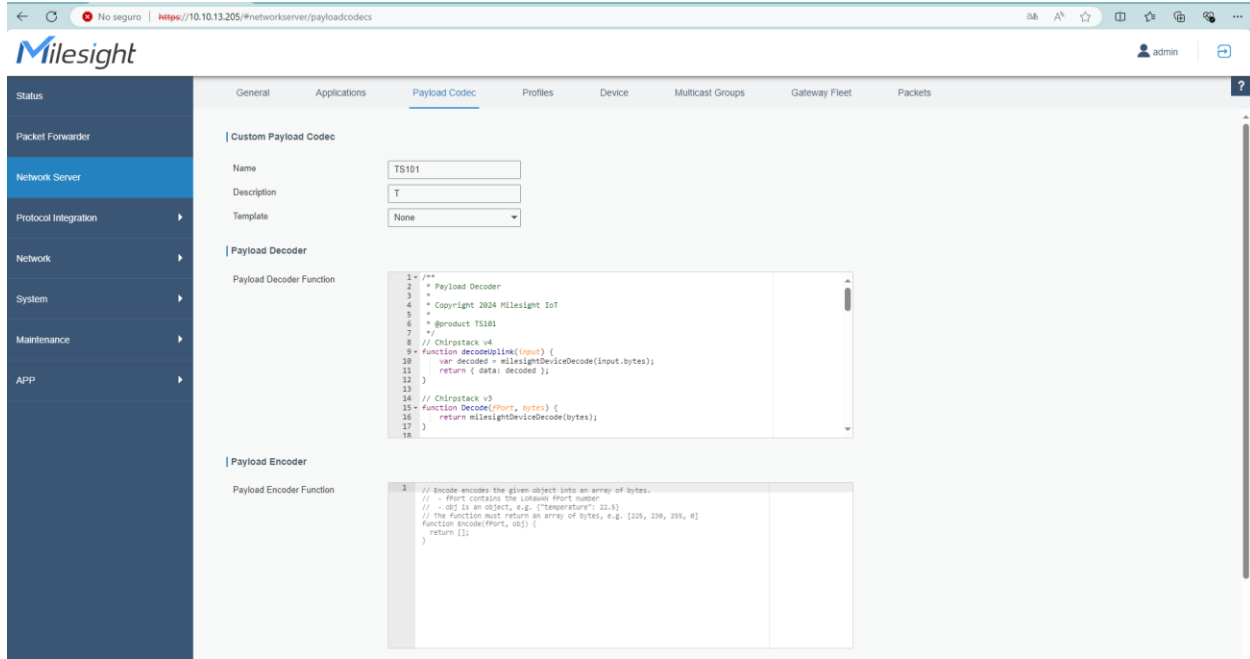


Fuente: Elaborado por el autor

Para poder avanzar en el proyecto se realizaron diferentes pruebas con los sensores, para poder lograr la codificación de los paquetes como se puede observar en la *ilustración 20* donde se busca decodificar paquetes hexadecimales para poder extraer la información necesaria y correcta de los sensores.

*Ilustración 20*

*Interface de configuración Gateway.*

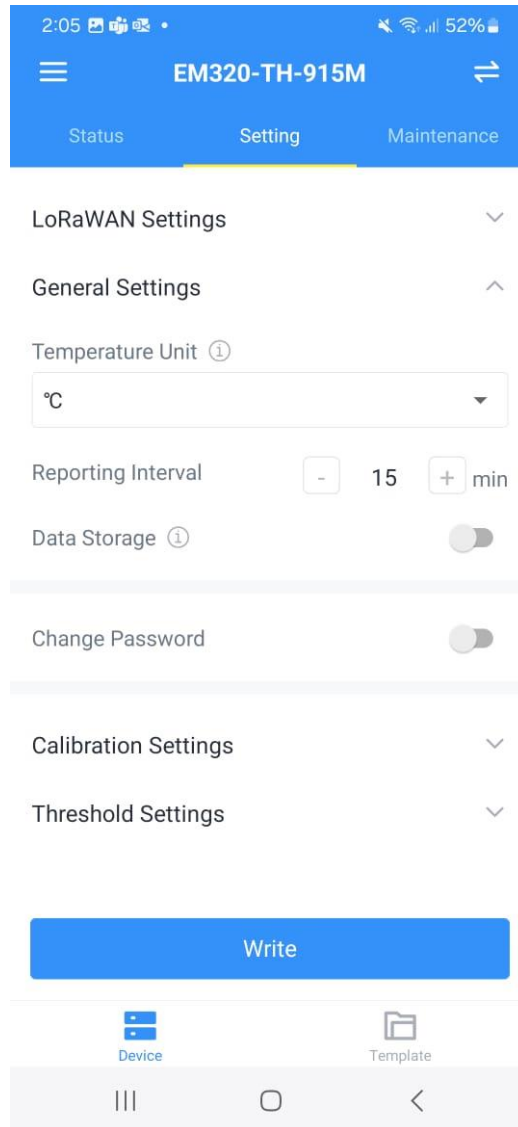


*Fuente: Elaborado por el autor.*

También se realizó la configuración del sensor de temperatura y humedad al cual se le configuran valores como: intervalo de reporte, unidad de temperatura y entre otras variables como se puede verificar en la siguiente *ilustración 21*.

Ilustración 21

Interface de configuración de sensor de temperatura y humedad.



Fuente: Elaborado por el autor.

Para esta configuración se tiene que descargar una aplicación de la App store o de la Play Store llamada “IoT Cloud” es una aplicación gratuita.

### 5.3 IMPLEMENTACIÓN

Después de lograr configurar los sensores correctamente y poder tener los datos necesarios en la primera instancia se procede a implementar la solución.

Al principio se tuvieron que definir nuevamente los valores del sensor de conteo de personas ya que la primera prueba se realizó a menos distancia del suelo y como lo podemos visualizar en la *ilustración 22*, se instaló en la entrada principal del taller donde normalmente existe un flujo de personal bastante concurrente; sin embargo también existen semanas donde el personal del taller disminuye por motivos de giras o vacaciones.

*Ilustración 22*

*Instalación de sensor de conteo de personas.*

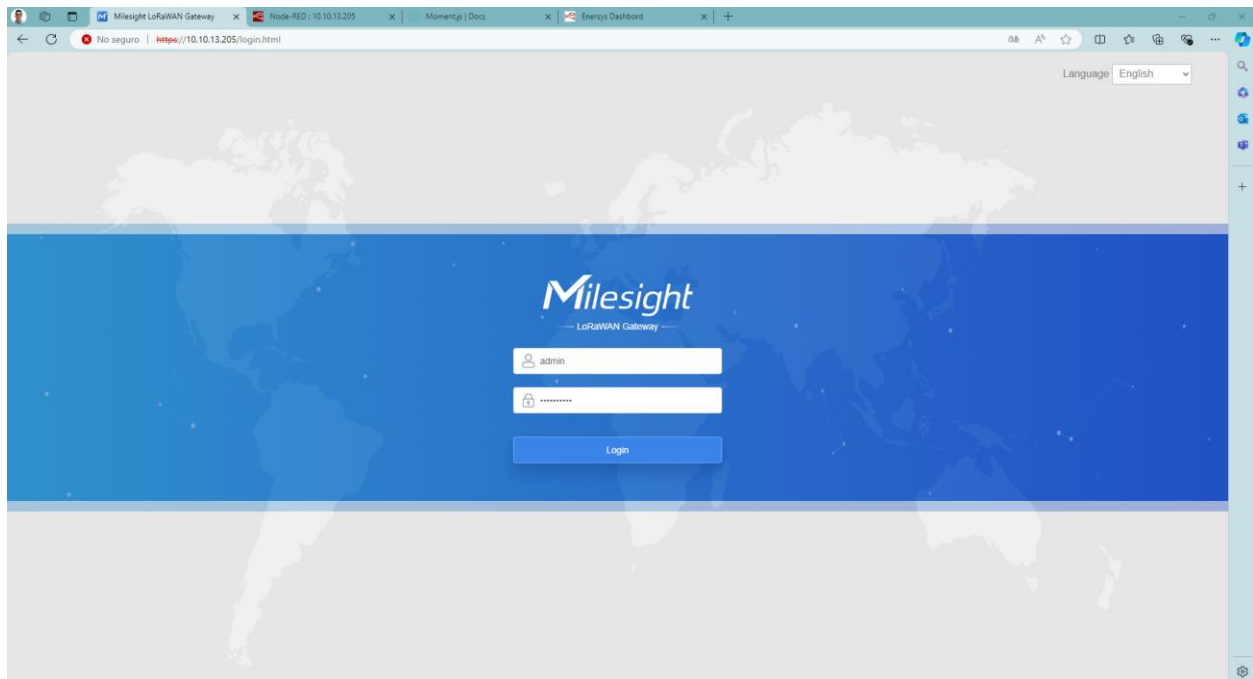


*Fuente: Elaborado por el autor.*

La integración de la corriente para alimentar el sensor se realizó de manera temporal ya que se piensa pintar nuevamente la estructura en donde está sujeto el sensor. Después de este paso se colocaron los sensores de temperatura uno afuera del Taller y otro a nivel interno para lograr tener una comparativa entre temperaturas. Después de esto como se puede ver en la ilustración 23 se ingresó a la IP del Gateway que en este es la 10.10.13.205. Cabe resaltar que la IP puede variar ya que es el modem principal de la red IoT es el encargado de asignar dicha dirección mediante la conexión de cable UTP o cable de red.

### *Ilustración 23*

#### *Interface de acceso mediante IP 10.10.13.205*



*Fuente: Elaborado por el autor*

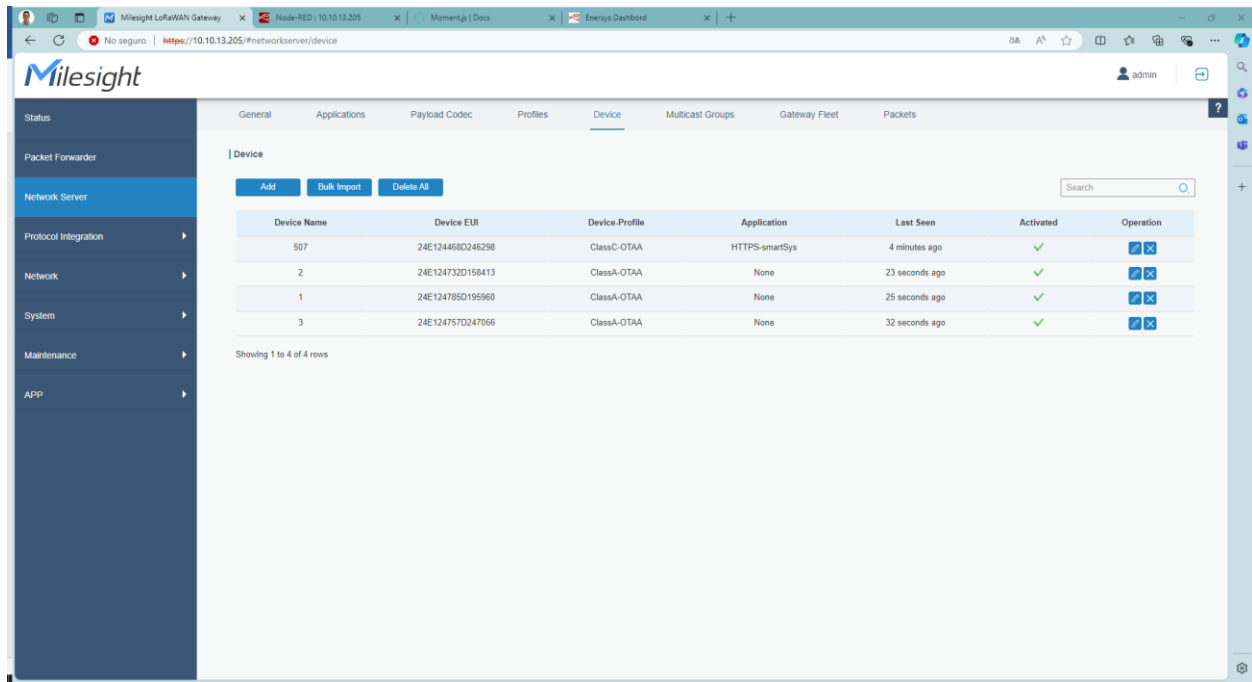
Como mencionamos anteriormente, el entorno del Gateway es muy seguro el cual para acceder necesitas iniciar sección con un usuario y una contraseña que ya

mencionamos anteriormente.

Después de este paso verificamos que todos los sensores estén comunicando y que tengan actividad, esto se muestra en la ilustración 24.

### Ilustración 24

#### Confirmación de comunicación de los sensores



The screenshot shows the Milesight web interface for a LoRaWAN Gateway. The 'Device' tab is selected, displaying a table of active devices. The table has the following columns: Device Name, Device EUI, Device-Profile, Application, Last Seen, Activated, and Operation. There are four rows of data, all showing 'Activated' status and recent 'Last Seen' times.

Device Name	Device EUI	Device-Profile	Application	Last Seen	Activated	Operation
507	24E124468D246298	ClassC-OTAA	HTTPS-smartSys	4 minutes ago	✓	ⓘ ✕
2	24E124732D158413	ClassA-OTAA	None	23 seconds ago	✓	ⓘ ✕
1	24E124785D195960	ClassA-OTAA	None	25 seconds ago	✓	ⓘ ✕
3	24E124767D247066	ClassA-OTAA	None	32 seconds ago	✓	ⓘ ✕

*Fuente: Elaborado por el autor*

Como podemos observar los 4 sensores se están comunicando correctamente, también es importante ver las columnas y conocer principalmente el Device EUI esto es un identificador único los cuales se utilizan en redes de comunicación esencialmente en sensores y dispositivos IoT.

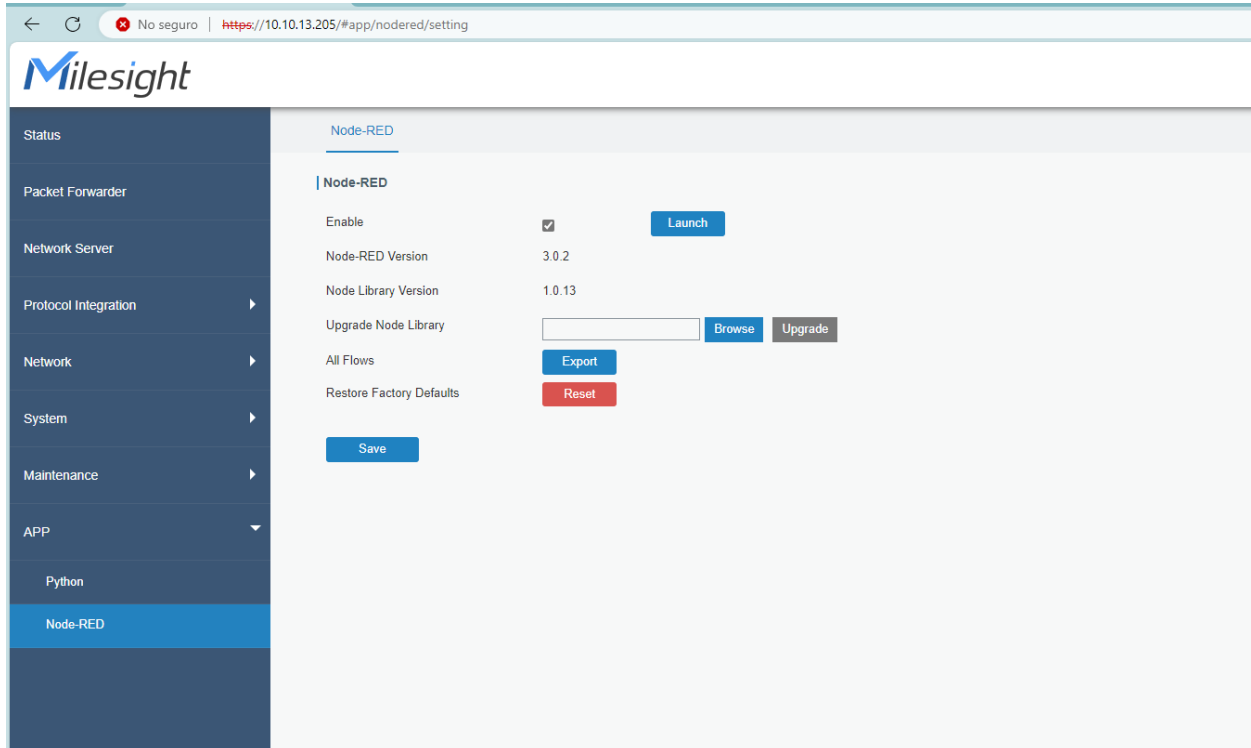
Cada sensor tiene envía una carpeta con un valor hexadecimal, esto se descifra y se extraen los valores como se puede ver unos ejemplos en los anexos.

Como mencionábamos en capítulos anteriores el Gateway dentro de su interfaz nos daba la posibilidad de entrar al entorno de desarrollo de Node-RED el cual nos permite

crear rutas de automatización y poder lograr una visualización entre otras cosas, en la *ilustración 25* se puede ver el acceso desde el Gateway al entorno de desarrollo.

### Ilustración 25

#### Sistema de Node-RED embebido en el Gateway



*Fuente: Elaborado por el autor.*

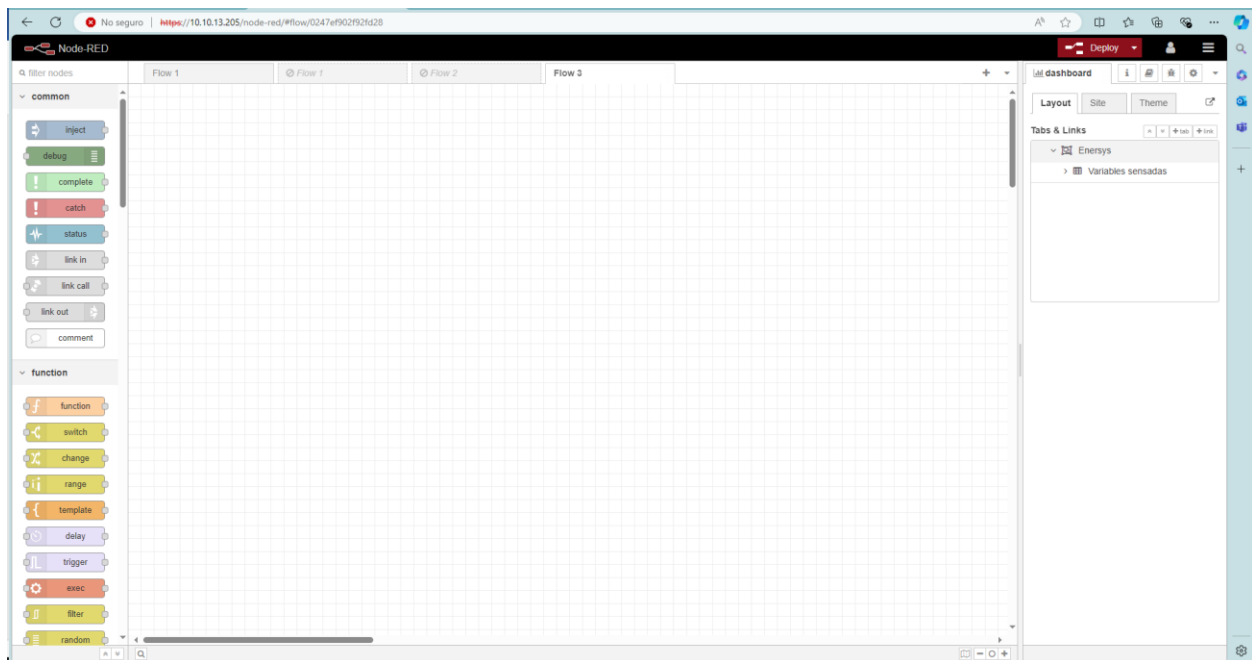
En este punto ya estamos seguros de que todos los sensores están trabajando correctamente, más sin embargo necesitamos darles forma a los datos y enviar la información mediante protocolo http// para poder visualizarlo desde una plataforma propia, antes de eso revisamos la versión y la versión de la librería actual con la que el Gateway nos va a permitir interactuar.

A una vez revisando lo anterior nos dirigimos a Launch donde se va a desprender una nueva ventana dentro del navegador, donde nuevamente te solicita el inicio de sección

por temas de seguridad, como lo comentábamos en capítulos anteriores y como se puede observar en la *ilustración 26*, Node – RED es una interface de programación mediante bloques.

*Ilustración 26*

*Ilustración de interface de Node-RED*

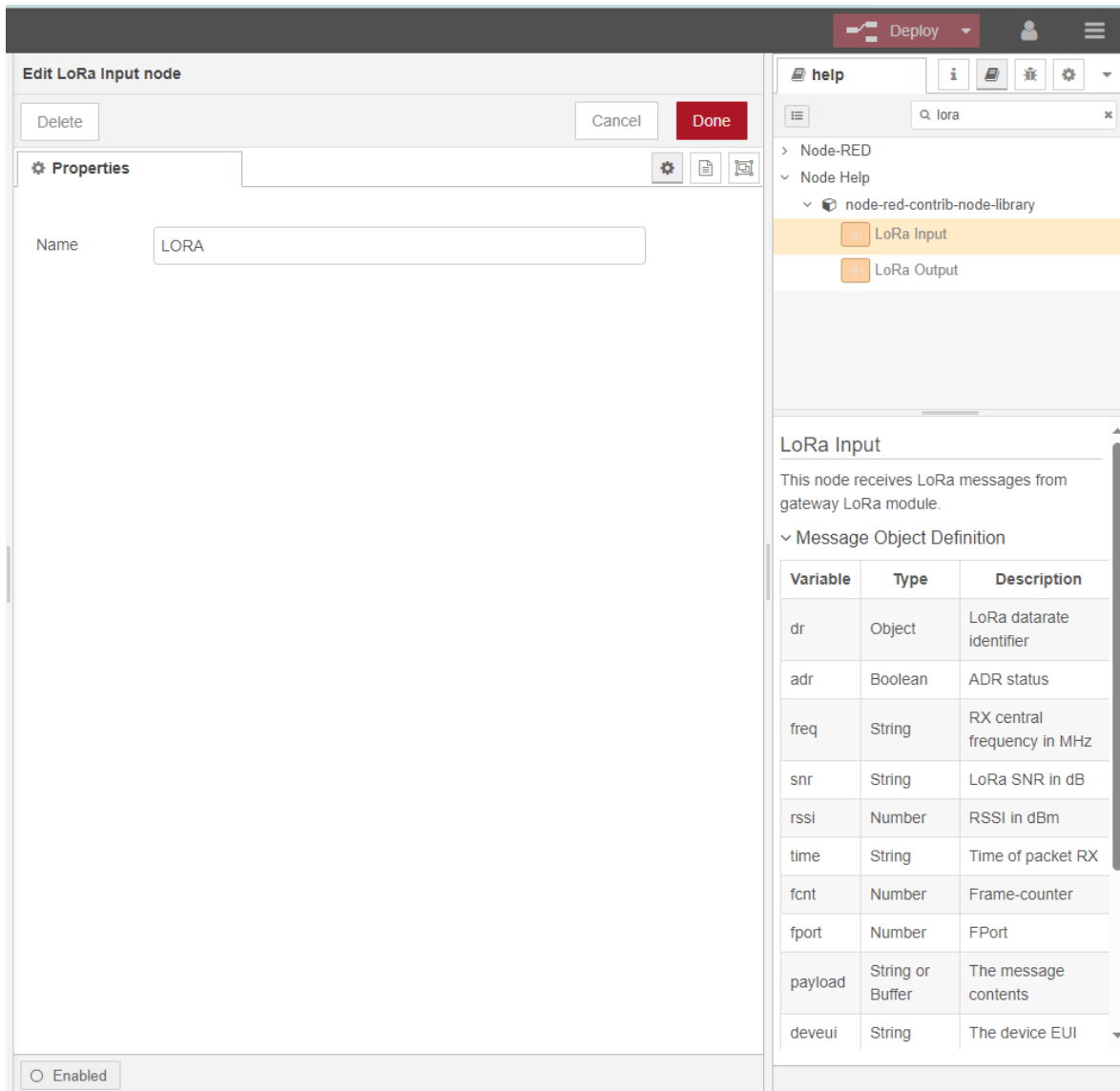


*Fuente: Elaborado por el autor.*

Como podemos ver Node- RED es un entorno de programación muy amigable el cual nos permite seleccionar bloques con funciones según nuestra necesidad, en este caso necesitamos una entrada que reciba la señal LoRA que vienen de los sensores. Cada bloque tiene su configuración como se puede mostrar en la ilustración configuramos nuestro bloque de LORA como entrada de señal, Node-RED también nos da las indicaciones y las regulaciones en la que puede servir ese bloque.

Ilustración 27

Configuración de bloque LORA.



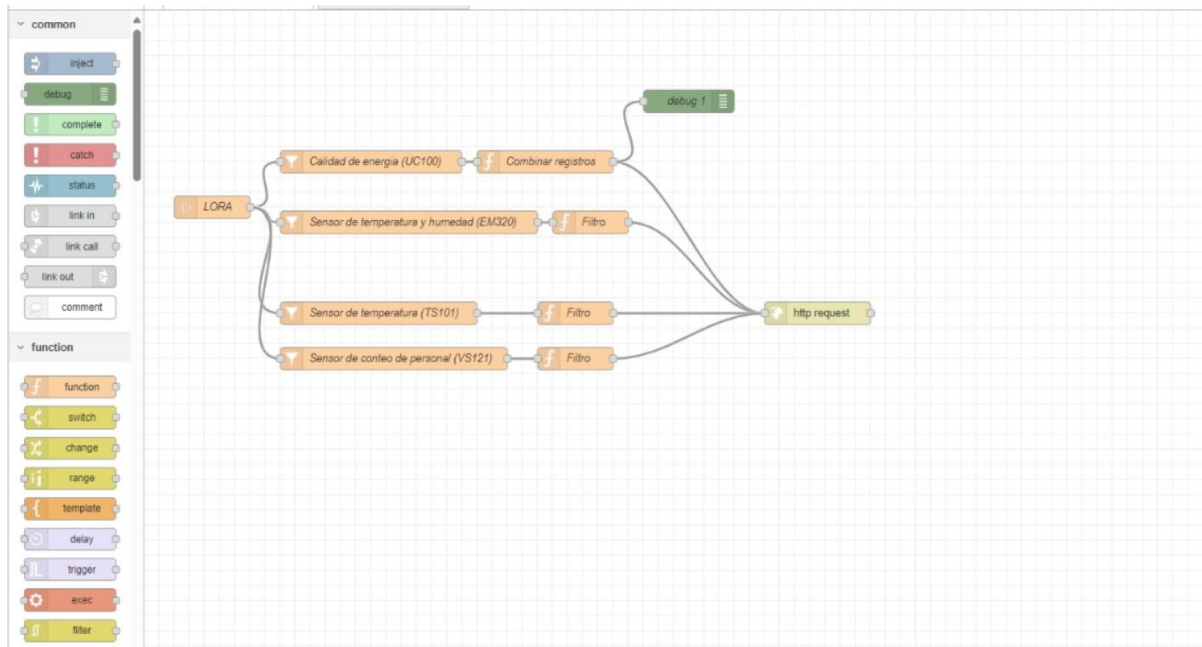
Fuente: Elaborado por el autor.

Después de difícil nuestro bloque de entrada LORA, podemos empezar a separar las señales de entrada y poder designar las señales que le corresponden a cada sensor, es importante mencionar que no todos los sensores son iguales, depende de la cantidad de datos que se extraigan del paquete hexadecimal va a ser el filtro, ya que muchas veces no todos los datos que nos brinda el sensor nos sirven visualizar entonces en ese caso no se procesa, como podemos visualizar en la *ilustración 28*, se

direccionaron las variables por sensores y se colocó un filtro para poder lograr obtener lo que realmente nos interesa y después del filtro nuestro emisor http request el cual envía la señal a una base de datos determinada que es parte de una plataforma llamada SmartSys donde vamos a visualizar desde cualquier navegador nuestras variables.

*Ilustración 28*

*Programación de bloques en direccionamiento de datos*

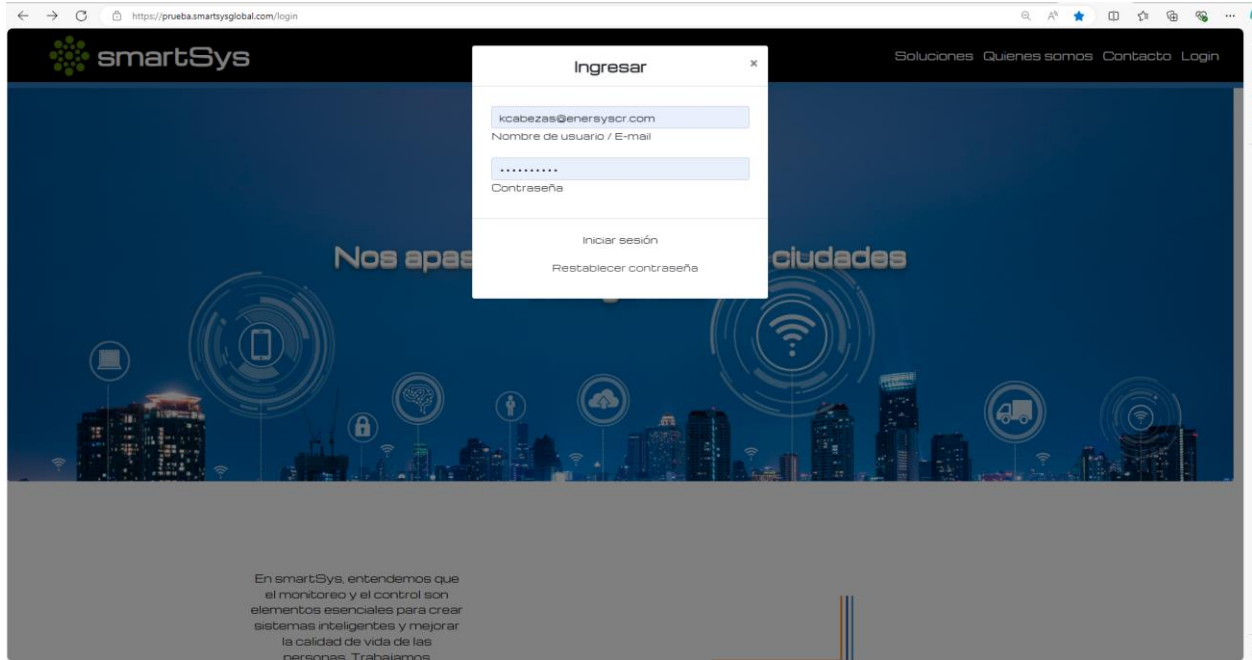


*Fuente: Elaborado por el autor.*

Al tener el bloque que envía las señales a la base de datos de Smartsys ya podemos dirigirnos a la siguiente dirección <https://prueba.smartsysglobal.com/login> para iniciar sección con un usuario interno (los datos del correo y la contraseña no se pueden brindar por políticas internas de la compañía), esto se puede mostrar en la siguiente *ilustración 29.*

*Ilustración 29*

*Ilustración de Sistema SmartSys*

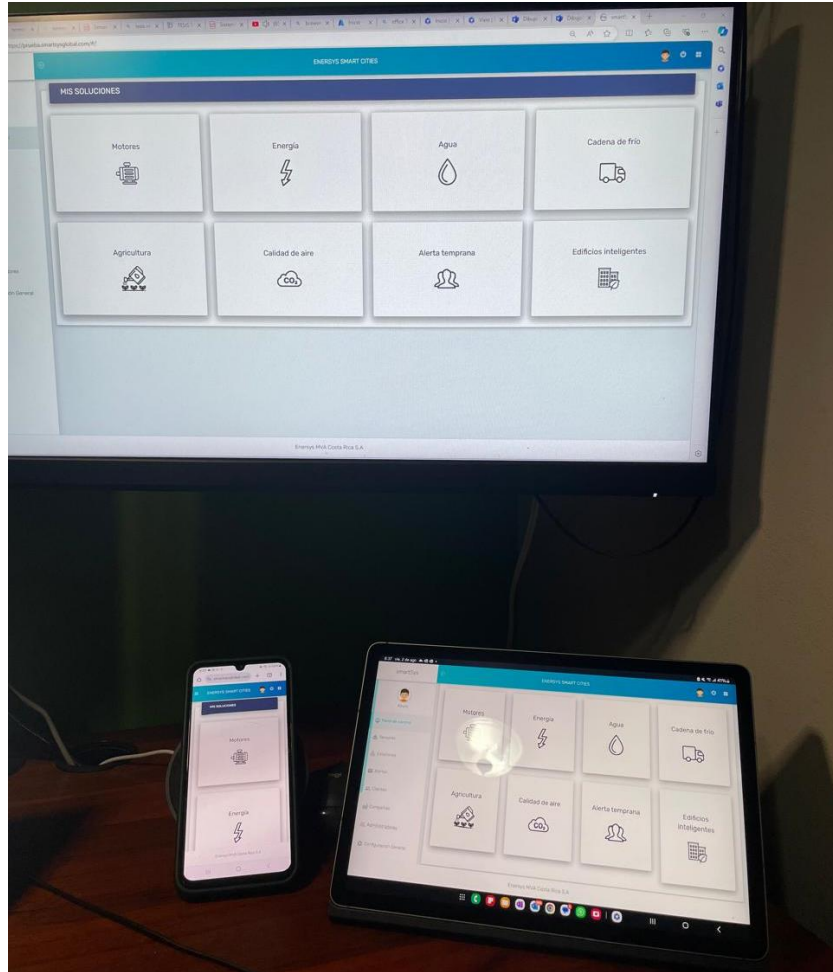


*Fuente: Elaborado por el autor.*

Una vez inicia la sección se entra en la pantalla principal esto se puede observar en la *ilustración 30* de SmartSys, como es una plataforma de monitoreo y control tiene la capacidad de integrar más de 180 sensores y mas de 60 tipos de protocolos de comunicación.

*Ilustración 30*

*Pantalla principal de SmartSys.*

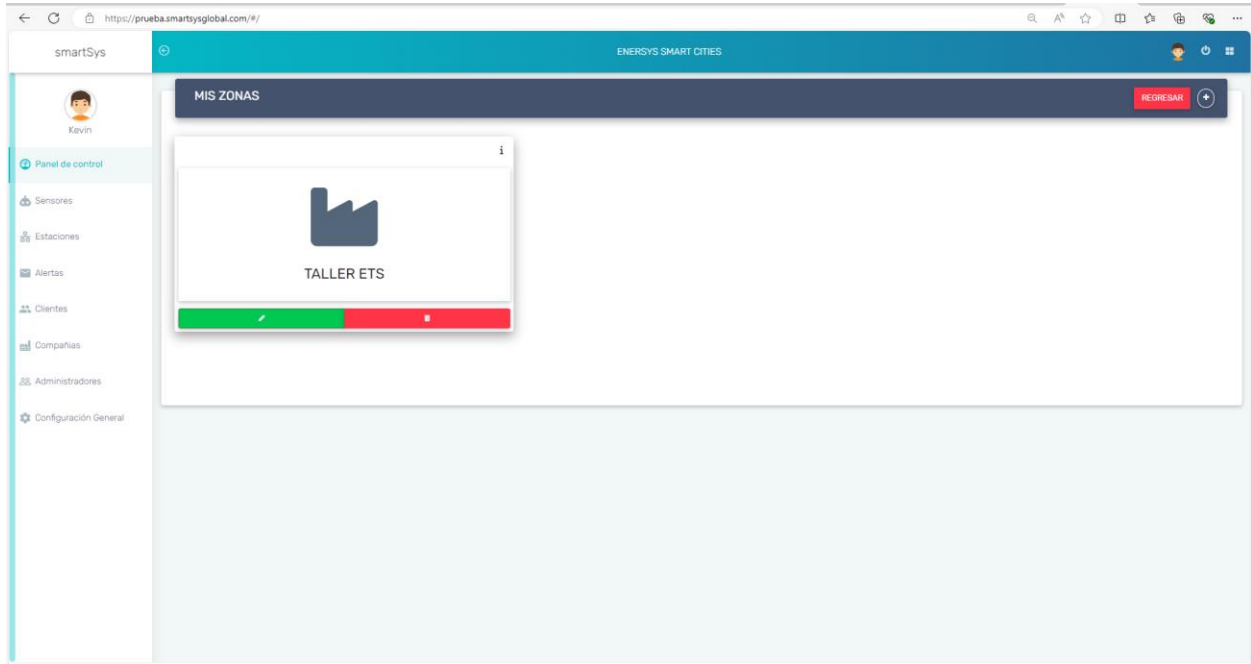


*Fuente: Elaborado por el autor.*

La integración de SmartSys nos va a permitir tener el acceso en la nube donde podemos ingresar desde una tablet, computadora o celular, como se puede observar en la ilustración anterior. Esto nos brinda una accesibilidad para el usuario final bastante valiosa, como podemos ver en la siguiente ilustración donde en la sección de edificios inteligentes ubicada en a la derecha de la pantalla en la parte inferior.

*Ilustración 31*

*Ilustración de acceso a las variables de taller.*

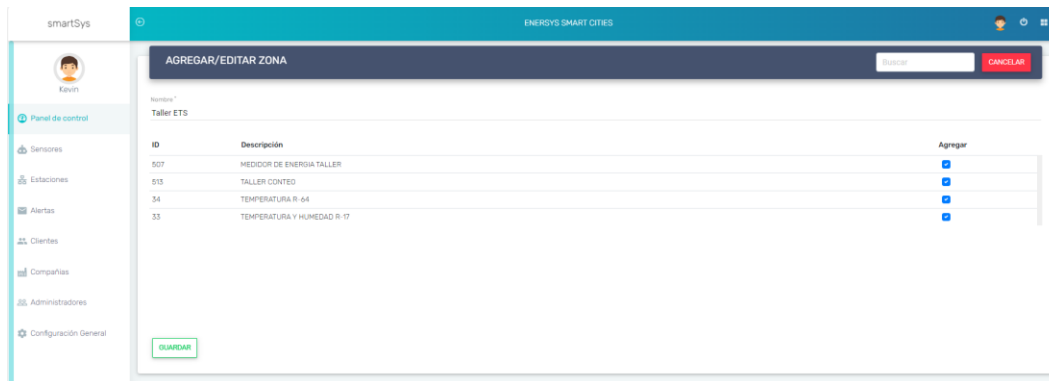


*Fuente: Elaborado por el autor.*

SmartSys como plataforma nos permite agregar zonas por cada proyecto en este caso se agregó el Taller ETS para unificar las variables, después de crearla se le tienen que designar los sensores que se van a visualizar en esa zona como se puede observar en la siguiente *ilustración 32*.

*Ilustración 32*

*Ilustración de configuración de sensores.*

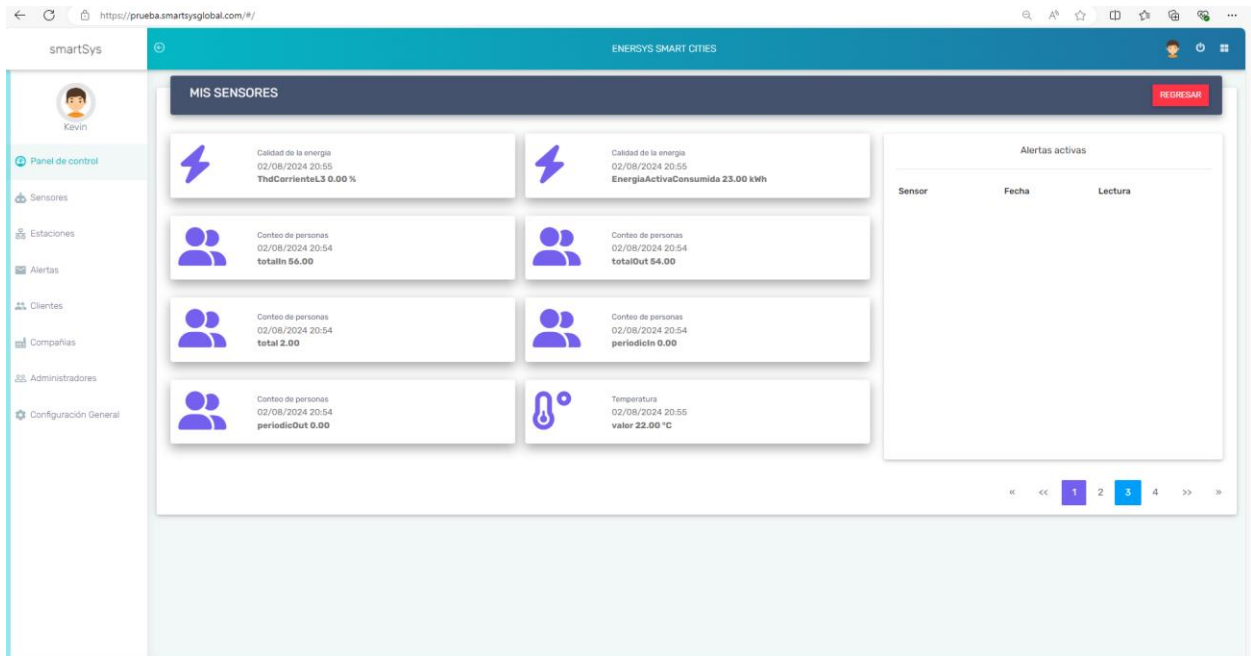


*Fuente: Elaborado por el autor.*

Como podemos ver las variables ingresadas en la zona de Taller ETS son las anteriormente mencionadas. Una vez realizada la selección de sensores ponemos ir a visualizar los sensores y sus variables.

### Ilustración 33

*Visualización de sensores dentro de la zona.*

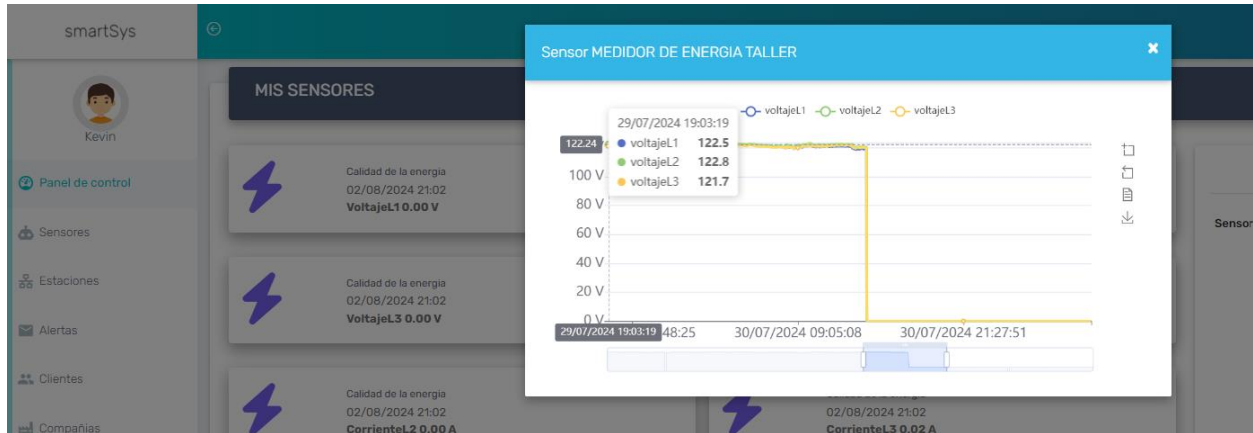


*Fuente: Elaborado por el autor.*

En este punto podemos acceder a cada variable para ver el comportamiento, por ejemplo, en la siguiente ilustración vamos a ver el voltaje en L1 del medidor del taller en un intervalo de tiempo del 29 de junio del 2024 al 31 de junio del 2024.

*Ilustración 34*

*Visualización del voltaje de L1 en el tablero principal del taller.*



*Fuente: Elaborado por autor.*

Ya con esta imagen podemos ver varias cosas como por ejemplo los voltajes en las 3 líneas el 29/07/2024 a las 7:03:19 PM donde se ve que el voltaje era normal, sin embargo, si seguimos visualizando la gráfica existe una caída de voltaje a 0 el 30/07/2024, donde nos lleva a buscar una razón porque existió esta falla.

También una de las cosas que tiene SmartSys es que puedo realizar un zoom in o zoom out en la gráfica para mejor visualización de los datos, también me puede un informe de los valores sensados por ejemplo en la ilustración se puede ver cada cuanto se envió un dato y ese dato, en este caso la parte del sensor de conteo de personas donde me indica la cantidad de personas adentro del taller en los lapsos de tiempo.

*Ilustración 35*

*Visualización de variables del conteo de personas que entraron al taller.*



Sensor TALLER CONTEO

Data View

29/07/2024 11:09:31	13
29/07/2024 11:11:31	13
29/07/2024 11:12:31	13
29/07/2024 11:13:32	13
29/07/2024 11:16:32	13
29/07/2024 11:17:32	13
29/07/2024 11:18:32	14
29/07/2024 11:19:32	14
29/07/2024 11:22:33	14
29/07/2024 11:23:33	14
29/07/2024 11:24:33	14

Close Refresh

*Fuente: Elaborado por el autor.*

Como podemos ver en entre las 11:16:32 am y la 11:17:32 am entro una persona al taller, estas variables nos ayudan analizar el flujo de personas que ingresan al taller.

## 5.4 DEPURACIÓN Y RESULTADOS

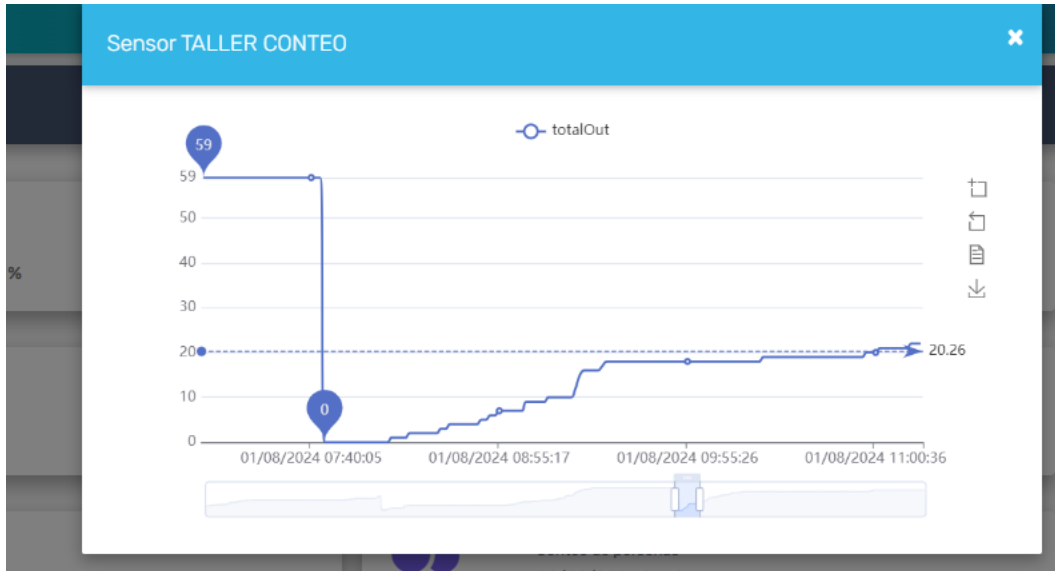
Después de realizar la configuración, instalación y visualización de los datos, se establecieron pruebas en los sensores y también se analizaron las variables visualizadas desde SmartSys.

Realizando este procedimiento dimos con la falta de concordancia con el contador de personas, ya que cuando se instaló existían personas dentro del taller y esto nos indicaba que más personas salieron que las que entraron y la cantidad de las funcionarios dentro de taller no terminaba de encajar.

Por la anterior situación se tuvo que resetear el sensor de conteo de personas como se puede visualizar en la ilustración para esto se tuvo que llegar a una hora donde los funcionarios de taller aun no entraran a sus labores en este caso a las 7:40 am.

Ilustración 36

Ilustración de reseteo sobre el sensor de conteo de personas.



Fuente: Elaborado por el autor.

Ya después podemos ver donde el sensor empezó a registrar correctamente a las personas que iban ingresando al taller.

## 5.5 ANÁLISIS DE COSTOS

Como se establecía anteriormente existen muchas soluciones que se podían haber implantado para llegar a obtener una solución para el problema actual de la compañía. Más sin embargo se realiza el análisis del costo del proyecto implementado, donde lo podemos visualizar en tres partes, las cuales son el costo del hardware utilizado para realizar el proyecto, el costo del software y el costo de la mano de obra.

*Tabla 4*

*Costo de implementos para el monitoreo de variables.*

Descripción	Origen	Precio en Colones	Cantidad	Precio Total
Medidor 96x96mm analizador CI 0.5s (V I P Q S KWh) 5A Modbus RTU BAC 2DI 2DO 2RO CVM-C11-ITF-IN-485-ICT2	Provisto por la empresa	₡ 135 791,09	1	₡ 135 791,09
Transformador de corriente TQ6 100/5 98x80x28mm barra 30x20mm nucleo partido	Provisto por la empresa	₡ 49 485,02	3	₡ 148 455,06
Sensor de conteo de personas LoRaWAN	Provisto por la empresa	₡ 437 588,76	1	₡ 437 588,76
Sensor de temperatura y humedad, -30°C a +60°C, 0% a 100%, montaje magnético, contacto alimenticio aprobado, LoRaWAN"	Provisto por la empresa	₡ 45 670,65	1	₡ 45 670,65
Sensor De Temperatura De Insercion - 30°C a +70°C Contacto Alimenticio Aprobado LoRaWAN	Provisto por la empresa	₡ 120 018,26	1	₡ 120 018,26
Router Gateway LoRaWAN 915Mhz	Provisto por la empresa	₡ 360 702,48	1	₡ 360 702,48
Controlador IoT Modbus a LoRaWAN	Provisto por la empresa	₡ 35 125,67	1	₡ 35 125,67
<b>Total</b>				<b>₡ 1 283 351,97</b>

*Fuente: Elaborado por el autor.*

Como observar en la *tabla 3*, en columna de descripción podemos ver el nombre el del dispositivo que se utilizó y alguna característica que nos ayuda, en la columna de origen nos identifica si tuvimos que adquirir el dispositivo o ya era existente en la compañía, con esto podemos ver que todos los dispositivos necesarios provistos por la empresa ya que se encontraban dentro del inventario.

En la *tabla 5* se realiza el cálculo del valor del software más sin embargo este valor es 0 ya que el software es desarrollado por la empresa Enersys y se utiliza tanto para la comercialización como para hacer pruebas con nuevos tipos de sensores o de protocolos de comunicación.

*Tabla 5*

*Costo del Software.*

Descripción	Origen	Precio en Colones	Cantidad	Precio Total
SmartSys Platforms	Existente	₡ -	1	₡ -
<b>Total</b>				₡ -

*Fuente: Elaborado por el autor.*

Luego analizar los gastos anteriores, podemos visualizar los costos de implementación en la *tabla 6*, siempre teniendo los datos que nos brinda el Ministerio de Trabajo y Seguridad Social con base a los salarios mínimos del 2024, también se especifican las horas trabajadas en la implementación.

*Tabla 6*

*Tabla de cálculo de costo de implementación.*

Profesión	Descripción	Salario minimo diario establecido por Cfia	Salario minimo la hora establecido por Cfia	Horas Trabajadas	Total por horas trabajadas
Electromecanico	Trabajo de intalación de sensores y cableado	₡ 37 700,00	₡ 4 712,50	16	₡ 75 400,00
Programador	Programador de aplicaciones de control.	₡ 37 700,00	₡ 4 712,50	10	₡ 47 125,00
<b>Total</b>					₡ 122 525,00

*Fuente: Elaborado por el autor.*

Al tener los costos respectivos a la implementación del proyecto podemos realizar el respectivo cálculo para determinar el costo total donde en la *tabla 9* nos enfocaremos en hardware y software como un solo rubro y en mano de obra como el otro rubro.

*Tabla 7*

*Costos totales de implementación*

Rubro	Costo
Hardware y Software	₡ -
Mano de obra	₡ 122 525,00
Total	₡ 122 525,00

*Fuente: Elaborado por autor.*

Ya conociendo el costo de implementación del proyecto, podemos analizar los otros escenarios donde en la *tabla 8* se expone todas las demás soluciones y sus costos sin contemplar mano de obra ni tampoco la parte de la programación que puede necesitarse en alguna solución.

*Tabla 8*

*Cálculos de posibles soluciones.*

Posible solución	Estimado de solución	Costo
Etiquetado de herramientas	Estimando 200 etiquetas para las herramientas más costosas	₡ 123 671,00
Colocacion de camaras en estaciones de trabajo	Estimando 4 camaras para los puestos de trabajo para la supervision de las herramientas.	₡ 411 200,00

*Fuente: Elaborado por el autor.*

Las posibles soluciones se estimaron tomando en cuenta lo comentado en el capítulo 3 donde mencionamos el etiquetado de herramientas donde se busca tener control sobre las herramientas de valor que utilizan los funcionarios del taller, el anterior cálculo se realizo buscando etiquetas de plástico que integren un sensor y que también sean

resistentes a los golpes o a químicos como el alcohol isopropílico el cual es muy utilizado en taller. Como segunda opción podemos ver la solución de colocar cámaras en cada estación de trabajo con esto garantizar una continua supervisión sobre las herramientas del taller, más sin embargo estas soluciones solo nos permiten tener cierta visualización de la necesidad actual y por eso se llegó a la conclusión del proyecto implementado.

## 5.6 CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO

Como recomendación final del proyecto desarrollado es bueno ser conscientes que todo sensor o dispositivo cableado tiene instrucciones de funcionamiento donde se tiene que aclarar algunas condiciones:

a. Disponibilidad de corriente eléctrica:

En el desarrollo la mayoría de los sensores y el Gateway necesitan estar siempre alimentados por una fuente de 5v para su funcionamiento.

b. Instrucciones generales.

1. Si nota una falla en la visualización por favor hablar con el encargado del taller para poder revisar los sensores.
2. Si en algún momento falta el suministro eléctrico los sensores van a encenderse una vez regrese la energía, por favor revisar la plataforma de supervisión una vez recuerda la corriente.
3. Si se llega a ver la falta de un sensor en su lugar por favor informar al encargado de taller.



# **CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES DEL PROYECTO**

---

## 6.1 CONCLUSIONES

Este proyecto ha llegado a mejorar significativamente el monitoreo y la supervisión de las herramientas tanto de taller como de bodega II en la empresa Enersys, teniendo de esta forma una infraestructura para visualizar las variables necesarias para solucionar el problema planteado en un principio. Ya finalizado con el proyecto se concluye con lo siguiente:

- Se estableció una interfaz de comunicación unidireccional esto ayudo a la integración de diferentes sensores y también mejoro la seguridad de las variables visualizadas desde SmartSys. Este enfoque da más tranquilidad al usuario final ya que toda la configuración se encuentra bajo una misma red propia.
- La medición de la variación máxima de consumo de energía mediante el uso de medidores de calidad energía ayudo mucho a identificar que el tablero principal del taller no ha tenido un alto consumo en el lapso de tiempo que llevan los sensores monitoreando esta variable, sin embargo, no se estima que puedan existir altos consumos en un futuro.
- Se logro obtener las medidas en las temperatura interna y externa del taller, donde se logro evidenciar un incremento de la temperatura externa mientras se acerca el medio día donde se conoce una temperatura de 30 grados externos cuando a nivel interno del taller la temperatura promedio es de 25.15 grados.
- Se logro cuantificar las personas que ingresan al taller mediante el sensor de conteo de personas dando un promedio que en el taller entran de 40 a 50

personas al día al taller y se mantienen de 4 a 7 personas en horas laborales a nivel interno del taller.

- El desarrollar una interfaz gráfica que permita visualizar las variables desde un celular ha facilitado mucho la tarea de estar validando los valores censados.
- Al implementar una base de datos mediante el uso de protocolos de comunicación abiertos se establecido mediante la plataforma SmartSys esto a dado mucha confianza ya que se pueden visualizar el comportamiento de una variable conforme el tiempo transcurrido.
- Se crearon los usuarios para la mejor segmentación del acceso a la información con esto se facilitó el análisis a gerencia y a el encargado del taller, también se logro optimizar la información para su uso.
- Basado en el resultado del análisis de los datos obtenidos se recomienda:  
La optimizar el uso de energía en las horas tempranas, regular el tiempo en el que se tienen las puertas abiertas en el taller esto para ayudar en la climatización a nivel interno. Estas recomendaciones se realizan con el propósito de incrementas la eficiencia energética y reducir los costos de operación.
- El informe de calidad de energía está ayudando a los gerentes de los identificar varios datos importantes y darse cuenta de que en los días que se lleva implantado el proyecto no ha existido un aumento en lo consumido por día.

## 6.2 RECOMENDACIONES

A continuación, se detallan reconveniones para el proyecto desarrollado:

- Conociendo la importancia que tienen para ustedes las herramientas que se pueden ver como recurso de trabajo y también saber que el taller no es un lugar donde puede acceder cualquier persona, se recomienda la unificación de informes del lector de huellas actual con el contador de personas, para de esta forma tener un control.
- En la importancia de los datos obtenidos por los sensores se recomiendan estables parámetros correspondientes a las variables eléctricas por si existe alguna sobre carga o alguna normalidad en la energía suministrada o consumida.
- Se estable la importancia de colocar en los sensores que no cuentan con batería una UPS por la inestabilidad en el suministro eléctrico en el sector donde se encuentra la empresa Enersys.



# CAPÍTULO VII APÉNDICES Y ANEXOS

---

### 6.3 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- \*, M. C.-S. (2014). *Conteo de personas con un sensor RGBD comercial.*
- Aragonés, J. B. (2010). *SENSORES DE TEMPERATURA.*
- Archila, A. D. (2023). *PROPUESTA DE AUTOMATIZACIÓN EN LA TOMA DE .*  
Bogotá .
- BARBA, D. G. (2022). *Desarrollo de aplicaciones de supervisión industrial de código abierto para el laboratorio de redes industriales. .*
- Barrón, J. J. (2020). *Evaluación del desempeño de sensores infrarrojo.*
- Brown, L. O. (1959). *Comercialización y análisis del mercado.* Argentina.
- Caballero, S. H. (2020). *Estudio en detalle de LoRaWAN.*
- Castrillon-Santana, M. (2014). *Conteo de personas con un sensor RGBD comercial.*
- Chanchí-Golondrino, G.-E. (2022). *Sistema IoT para el monitoreo de variables climatológicas en cultivos de agricultura urbana.*
- Chaparro Salinas, E. (s.f.). *Diagnóstico de situación actual.* Obtenido de <http://seduca.uaemex.mx/material/LIA/AEPyMES/Cnt21.php>
- Cruz., L. O.-d. (2016). *Procedimiento para la Gestión de la Supervisión y Monitoreo del Control .* Cuba.
- Departamento de Química Orgánica, Universidad Granada. (2004). *Fuentes Bibliográficas: Generalidades.* Obtenido de [http://www.ugr.es/~quiorred/biblio/bib\\_gen.htm](http://www.ugr.es/~quiorred/biblio/bib_gen.htm)
- Echenique, E. E. (2017). *Metodología de la Investigación.*
- fundibeq. (s.f.). *Diagrama de Ishikawa.* Obtenido de [http://www.fundibeq.org/opencms/export/sites/default/PWF/downloads/gallery/methodology/tools/diagrama\\_causa\\_efecto.pdf](http://www.fundibeq.org/opencms/export/sites/default/PWF/downloads/gallery/methodology/tools/diagrama_causa_efecto.pdf)
- Galvez, R. J.-A. (2020). *Automatización y simulación de una línea de producción aplicando.*
- garcia, A. M. (2016). *SISTEMA DE CONTEO AUTOMÁTICO DE FLUJO DE PERSONAS POR MEDIO .*
- García, M. A. (2019). *Fuentes de información.*

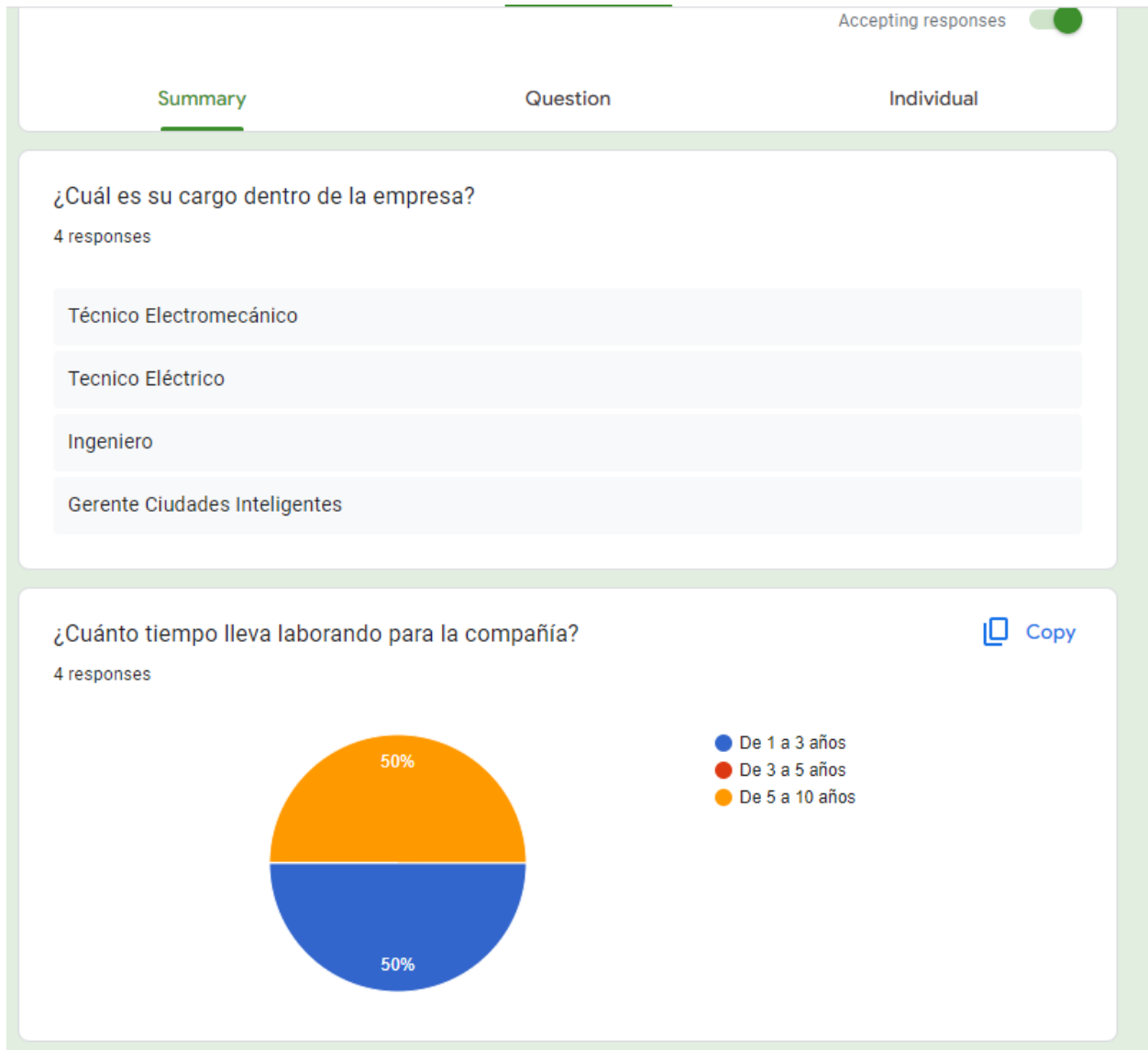
- Gilberto, A. B. (2015). *Estudio y análisis de eficiencia energética del sistema eléctrico del hospital IESS*.
- González Vallejo, L. M. (2017). *Manual: Vancouver, APA. Citas y Referencias Bibliográficas*. Costa Rica: Universidad Hispanoamericana.
- Gutiérrez, P. J. (2011). *Enfoque de investigación*.
- Instituto Tecnológico de Costa Rica. (2011). *Formulación de Proyectos*. Cartago: TEC.
- Jauregui G, A. (2008). *Diseño de Programas y Proyectos en Línea*. Obtenido de [www.gestiopolis.com](http://www.gestiopolis.com)
- Katherine Lissette Bravo Arroyo, J. M.-L. (2018). *Importancia de los estudios de tiempos en el proceso de comercialización de las empresas*.
- Leo-Amador, G. V.-M.-M.-M.-C.-S. (2014). *Facultad de Medicina de la Universidad Autónoma de Querétaro*.
- León, R. L. (2008). *Prototipo de patrón de voltaje para calibrar instrumentos medidores de .*
- López García, J. C. (2014). *La taxonomía de Bloom y sus actualizaciones*. Obtenido de <http://www.eduteka.org/TaxonomiaBloomCuadro.php3>
- M, P. J. (2011). *Enfoque de investigación .*
- Macias, J. (2021). *Diseño e implementación de un Gateway IoT multiprotocolo*.
- Monjarás, A. J. (2019). *Diseños de Investigación*.
- Moreno, E. S. (2017). *DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA INTELIGENTE PARA UN EDIFICIO .*
- MURA SOTO, A. R. (2019). *CONTROL PID DE NIVEL DE UNA PLANTA DE PROCESOS A TRAVEZ DE LABVIEW*.
- ORI. (s.f.). *Variables*. Obtenido de <http://ori.hhs.gov/education/products/sdsu/espanol/variables.htm>
- Pereyra, L. (2007). *Integración de Metodologías Cuantitativas y Cualitativas: Técnicas de Triangulación*. Obtenido de [http://ief.eco.unc.edu.ar/files/workshops/2007/09oct07\\_lilipereyra\\_work.pdf](http://ief.eco.unc.edu.ar/files/workshops/2007/09oct07_lilipereyra_work.pdf)
- Proyectos y Tesis. (s.f.). *¿Cómo se elabora un marco teórico?* Obtenido de [http://www.proyectosytesis.com.ar/index.php?martic\\_id=0000000003&mmenelec=1](http://www.proyectosytesis.com.ar/index.php?martic_id=0000000003&mmenelec=1)
- S., A. D. (2013). *Diseño e implementación del sistema de .*
- Sampieri, R. H. (2018). *Metodología de la investigación*.

- SOSA, M. G. (2020). *DESARROLLO DE UNA RED DE SENSORES INALÁMBRICOS* .
- Sousa, V. D. (2007). *Revisión de diseños de investigación resaltantes para enfermería. Parte 1: diseños de investigación cuantitativa.*
- Ungaro, M. R.-B. (2017). *Gestión de la calidad de la energía eléctrica.*
- Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. (s.f.). *Los enfoques de la investigación científica.* Obtenido de [http://www.uaeh.edu.mx/docencia/VI\\_Presentaciones/licenciatura\\_en\\_mercadotecnia/fundamentos\\_de\\_metodologia\\_investigacion/PRES39.pdf](http://www.uaeh.edu.mx/docencia/VI_Presentaciones/licenciatura_en_mercadotecnia/fundamentos_de_metodologia_investigacion/PRES39.pdf)
- Universidad Centrooccidental Lisandro Alvarado. (2004). *Material sobre Verbos, Palabras de enlaces, Bibliografía.* Obtenido de <http://elygomez.aprenderapensar.net/files/2014/02/Verboss.pdf>
- VELASCO, L. (2011). *DESARROLLO DE UN SISTEMA SCADA PARA LA* .
- Vicario, J. L. (2020). *Estudio en detalle de LoRaWAN.*

## 6.4 ANEXOS

### 7.2.1 Anexo 1

Respuesta de encuesta realizada. Parte 1.



Fuente: Elaborada por el autor.

7.2.2 Anexo 2

Respuesta de encuesta realizada. Parte 2.



Fuente: Elaborado por el autor.

### 7.2.3 Anexo 3

#### Respuesta de encuesta realizada. Parte 3.

¿Si su respuesta es **Sí**, por qué cree que saber ese dato es importante?

4 respuestas

Control de labores y requisiciones departe de los clientes

para tener un control objetivo de las personas que están ingresando al CST

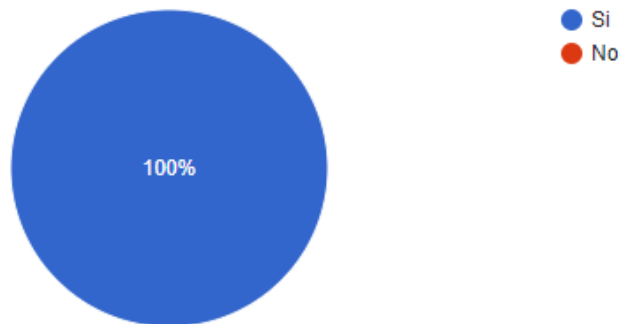
Trazabilidad

Porque es un espacio importante de la empresa, donde la ocupación debe monitorearse para determinar el uso del mismo y encontrar mejores formas de aprovechamiento

Considera que es necesario conocer la calidad de energía en el tablero principal del taller.

 Copy

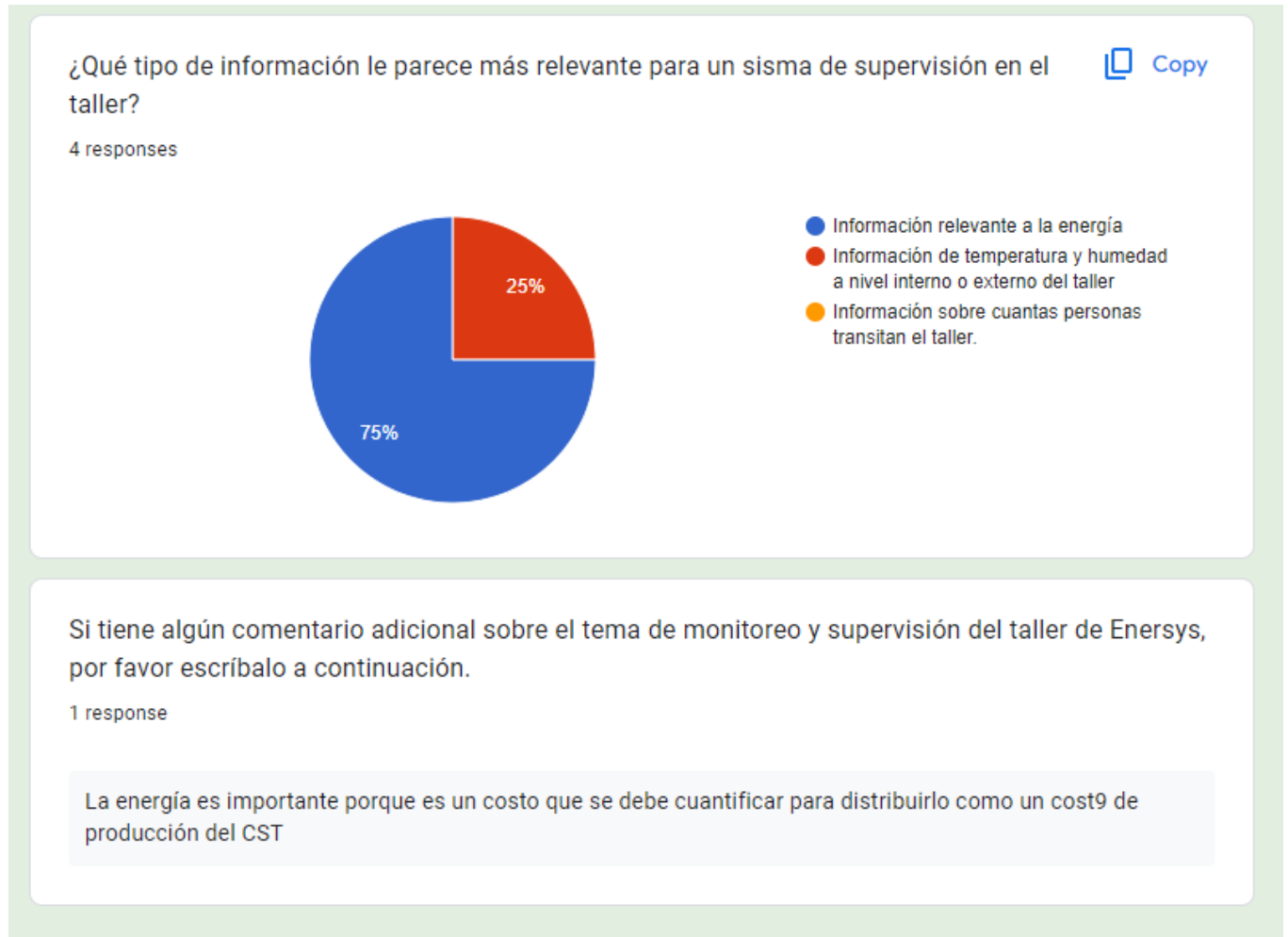
4 respuestas



Fuente: Elaborado por el autor.

7.2.4 Anexo 4

Respuesta de encuesta realizada. Parte 4.



Fuente: Elaborado por el autor.

## 7.2.5 Anexo 5

*Código decodificación hexadecimal del sensor de temperatura:*

```
1 // Chirpstack v4
2 function decodeUplink(input) {
3   var decoded = milesightDeviceDecode(input.bytes);
4   return { data: decoded };
5 }
6
7 // Chirpstack v3
8 function Decode(port, bytes) {
9   return milesightDeviceDecode(bytes);
10 }
11
12 // The Things Network
13 function Decoder(bytes, port) {
14   return milesightDeviceDecode(bytes);
15 }
16
17 function milesightDeviceDecode(bytes) {
18   var decoded = {
19     sensorId : LoRaObject.deviceName,
20     batteryVoltage : "",
21     valor : {},
22   };
23
24   for (var i = 0; i < bytes.length; ) {
25     var channel_id = bytes[i++];
26     var channel_type = bytes[i++];
27
28     // BATTERY
29     if (channel_id === 0x01 && channel_type === 0x75) {
30       decoded.batteryVoltage = bytes[i];
31       i += 1;
32     }
33     // TEMPERATURE
34     else if (channel_id === 0x03 && channel_type === 0x67) {
35       decoded.valor.Temperatura = readInt16LE(bytes.slice(i, i + 2)) /
36       i += 2;
37     }
38     // TEMPERATURE ALARM
39     else if (channel_id === 0x83 && channel_type === 0x67) {
40       decoded.temperature = readInt16LE(bytes.slice(i, i + 2)) / 10;
41       decoded.temperature_alarm = readTemperatureAlarm(bytes[i + 2]);
42       i += 3;
43     }
44     // TEMPERATURE MUTATION ALERT
45     else if (channel_id === 0x93 && channel_type === 0xd7) {
46       decoded.temperature = readInt16LE(bytes.slice(i, i + 2)) / 10;
47       decoded.temperature_change = readInt16LE(bytes.slice(i + 2, i + 4));
48       decoded.temperature_alarm = readTemperatureAlarm(bytes[i + 4]);
49       i += 5;
50     }
51     // HISTORY
52     else if (channel_id === 0x20 && channel_type === 0xce) {
53       var data = {};
54       data.timestamp = readUInt32LE(bytes.slice(i, i + 4));
55       data.temperature = readInt16LE(bytes.slice(i + 4, i + 6)) / 10;
56       i += 6;
57
58       decoded.history = decoded.history || [];
59       decoded.history.push(data);
60     } else {
61       break;
62     }
63   }
64
65   return decoded;
66 }
67
68 function readUInt16LE(bytes) {
69   var value = (bytes[1] << 8) + bytes[0];
70   return value & 0xffff;
71 }
72
73 function readInt16LE(bytes) {
74   var ref = readUInt16LE(bytes);
```

*Fuente: Elaborado por el autor.*

## Anexo 6

*Código de codificación de sensor de contador de personas.*

```
1 function decodeblink(input) {
2   var decoded = milesightDeviceDecode(input.bytes);
3   return { data: decoded };
4 }
5
6 // chipstack v9
7 function Decode(FPort, bytes) {
8   return milesightDeviceDecode(bytes);
9 }
10
11 // The Things Network
12 function Decoder(bytes, port) {
13   return milesightDeviceDecode(bytes);
14 }
15
16 function milesightDeviceDecode(bytes) {
17   var decoded = {
18     sensorId : LoRaObject.deviceName,
19     valor : {}
20   };
21
22   for (i = 0; i < bytes.length; ) {
23     var channel_id = bytes[i++];
24     var channel_type = bytes[i++];
25
26     // PROTOCOL VERSION
27     if (channel_id === 0xff && channel_type === 0x01) {
28       decoded.protocol_version = bytes[i];
29       i += 1;
30     }
31     // SERIAL NUMBER
32     else if (channel_id === 0xff && channel_type === 0x10) {
33       decoded.sn = readSerialNumber(bytes.slice(i, i + 8));
34       i += 8;
35     }
36     // HARDWARE VERSION
37     else if (channel_id === 0xff && channel_type === 0x09) {
38       decoded.hardware_version = readVersion(bytes.slice(i, i + 2));
39       i += 2;
40     }
41   }
42 }
43
44 // FIRMWARE VERSION
45 function readVersion(bytes) {
46   var temp = [];
47   for (var idx = 0; idx < bytes.length; idx++) {
48     temp.push((bytes[idx] & 0xff).toString(16));
49   }
50   return temp.join("");
51 }
52
53 function readSerialNumber(bytes) {
54   var temp = [];
55   for (var idx = 0; idx < bytes.length; idx++) {
56     temp.push(("0" + (bytes[idx] & 0xff).toString(16)).slice(-2));
57   }
58   return temp.join("");
59 }
60
61 function readInt16LE(bytes) {
62   var value = (bytes[1] << 8) + bytes[0];
63   return value & 0xffff;
64 }
65
66 function readInt32LE(bytes) {
67   var value = (bytes[3] << 24) + (bytes[2] << 16) + (bytes[1] << 8) + bytes[0];
68   return (value & 0xffffffff) >>> 0;
69 }
70
71 // FIRMWARE VERSION
72 else if (channel_id === 0xff && channel_type === 0x1f) {
73   decoded.firmware_version = readVersion(bytes.slice(i, i + 4));
74   i += 4;
75 }
76
77 // TOTAL COUNTER IN
78 else if (channel_id === 0x03 && channel_type === 0x02) {
79   decoded.valor.totalIn = readInt32LE(bytes.slice(i, i + 4));
80   i += 4;
81 }
82
83 // TOTAL COUNTER OUT
84 else if (channel_id === 0x04 && channel_type === 0x02) {
85   decoded.valor.totalOut = readInt32LE(bytes.slice(i, i + 4));
86   i += 4;
87 }
88
89 // PERIODIC COUNTER
90 else if (channel_id === 0x05 && channel_type === 0x0c) {
91   decoded.valor.periodicIn = readInt16LE(bytes.slice(i, i + 2));
92   decoded.valor.periodicOut = readInt16LE(bytes.slice(i + 2, i + 4));
93   i += 4;
94 } else {
95   break;
96 }
97
98 decoded.valor.total = decoded.valor.totalIn + decoded.valor.totalOut;
99 return decoded;
100
101 function readInt16LE(bytes) {
102   var value = (bytes[1] << 8) + bytes[0];
103   return value & 0xffff;
104 }
105
106 function readInt32LE(bytes) {
107   var value = (bytes[3] << 24) + (bytes[2] << 16) + (bytes[1] << 8) + bytes[0];
108   return (value & 0xffffffff) >>> 0;
109 }
110
111 function readVersion(bytes) {
112   var temp = [];
113   for (var idx = 0; idx < bytes.length; idx++) {
114     temp.push((bytes[idx] & 0xff).toString(16));
115   }
116   return temp.join("");
117 }
118
119 function readSerialNumber(bytes) {
120   var temp = [];
121   for (var idx = 0; idx < bytes.length; idx++) {
122     temp.push(("0" + (bytes[idx] & 0xff).toString(16)).slice(-2));
123   }
124   return temp.join("");
125 }
```

Fuente: Elaborado por el autor.



### DECLARACIÓN JURADA

Yo **Kevin Daniel Cabezas Murillo**, mayor de edad, portador de la cédula de identidad número **2-0784-0396** egresado de la carrera de **Ingeniería Electrónica** de la Universidad Hispanoamericana, hago constar por medio de este acto y debidamente apercibido y entendido de las penas y consecuencias con las que se castiga en el Código Penal el delito de perjurio, ante quienes se constituyen en el Tribunal Examinador de mi trabajo de tesis para optar por el título de Bachillerato, juro solemnemente que mi trabajo de investigación titulado: **DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MONITOREO Y SUPERVISIÓN PARA EL TALLER DE MANTENIMIENTO Y LA BODEGA 2 DE LA EMPRESA ENERSYS GROUP S.A, EN EL PRIMER CUATRIMESTRE DEL AÑO 2024**, es una obra original que ha respetado todo lo preceptuado por las Leyes Penales, así como la Ley de Derecho de Autor y Derecho Conexos número 6683 del 14 de octubre de 1982 y sus reformas, publicada en la Gaceta número 226 del 25 de noviembre de 1982; incluyendo el numeral 70 de dicha ley que advierte; artículo 70. Es permitido citar a un autor, transcribiendo los pasajes pertinentes siempre que éstos no sean tantos y seguidos, que puedan considerarse como una producción simulada y sustancial, que redunde en perjuicio del autor de la obra original. Asimismo, quedo advertido que la Universidad se reserva el derecho de protocolizar este documento ante Notario Público.

**En fe de lo anterior, firmo en la ciudad de San José, a los trece días del mes de agosto del año dos mil veinticuatro .**

Firma del estudiante

Cédula: 2-0784-0396



## CARTA DEL TUTOR

San José, 08 de AGOSTO del 2024

Señores  
Departamento de Registro  
Universidad Hispanoamericana

Estimado señor:

El estudiante Kevin Cabezas Murillo, cédula de identidad número 2-0784-0396, me ha presentado, para efectos de revisión y aprobación, el trabajo de investigación denominado "DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MONITOREO Y SUPERVISIÓN PARA EL TALLER DE MANTENIMIENTO Y LA BODEGA 2 DE LA EMPRESA ENERSYS GROUP S.A, EN EL PRIMER CUATRIMESTRE DEL AÑO 2024", el cual ha elaborado para optar por el grado académico de Bachillerato.

En mi calidad de tutor, he verificado que se han hecho las correcciones indicadas durante el proceso de tutoría y he evaluado los aspectos relativos a la elaboración del problema, objetivos, justificación; antecedentes, marco teórico, marco metodológico, tabulación, análisis de datos; conclusiones y recomendaciones.

De los resultados obtenidos por el postulante, se obtiene la siguiente calificación:

Tabla 1 Calificación del proyecto

#	Rubro	% Teórico	% Asignado
a	Original del tema.	10	10
b	Cumplimiento de entrega de avances de avances.	20	20
c	Coherencia entre los objetivos, los instrumentos aplicados y los resultados de la investigación.	30	30
d	Relevancia de las conclusiones y recomendaciones.	20	20
e	Calidad, detalle del marco teórico.	20	20
Total:		100	100

En virtud de la calificación obtenida, se avala el traslado al proceso de lectura.

Atentamente,

Mauricio

Armas Sandi

Firmado digitalmente por  
Mauricio Armas Sandi  
Fecha: 2024.08.08 22:07:38  
-06'00'

**Mauricio Daniel Armas Sandi**  
Cédula de identidad: 01-1361-0843  
Carné colegio profesional: IEL-22359



## CARTA DEL LECTOR

San José, 20 de setiembre del 2024

Señores  
Departamento de Registro  
Universidad Hispanoamericana

Estimados señores:

El estudiante Kevin Daniel Cabezas Murillo, cédula de identidad número 2-0784-0396, me ha presentado, para efectos de revisión y aprobación, el trabajo de investigación titulado "*Diseño e implementación de un sistema de monitoreo y supervisión para el taller de mantenimiento y la bodega 2 de la empresa ENERSYS GROUP S.A. en el primer cuatrimestre del año 2024*", el cual ha elaborado para obtener su grado de Bachillerato.

He revisado y he hecho las observaciones relativas al contenido analizado, particularmente lo relativo a la coherencia entre el marco teórico y análisis de datos, la consistencia de los datos recopilados y la coherencia entre éstos y las conclusiones; asimismo, la aplicabilidad y originalidad de las recomendaciones, en términos de aporte de la investigación. He verificado que se han hecho las modificaciones correspondientes a las observaciones indicadas.

Por consiguiente, este trabajo cuenta con mi aval para ser presentado en la defensa pública.

Atentamente,

JORGE VILLALOBOS  
CASCANTE (FIRMA)

Firmado digitalmente por JORGE  
VILLALOBOS CASCANTE (FIRMA)  
Fecha: 2024.09.20 14:33:25  
-06'00'

Ing. Jorge Villalobos Cascante, MSc.  
Cédula de identidad: 1-1185-0467  
Carné colegio profesional: IEL-22656

**UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA  
CENTRO DE INFORMACION TECNOLOGICO (CENIT)  
CARTA DE AUTORIZACIÓN DE LOS AUTORES PARA LA CONSULTA, LA  
REPRODUCCION PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA  
DE LOS TRABAJOS FINALES DE GRADUACION**

San José, 20/9/2024

Señores:

Universidad Hispanoamericana  
Centro de Información Tecnológico (CENIT)

Estimados Señores:

El suscrito (a) Kevin Daniel Cabezas Murillo con número de identificación 2-0784-0396 autor (a) del trabajo de graduación titulado DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MONITOREO Y SUPERVISIÓN PARA EL TALLER DE MANTENIMIENTO Y LA BODEGA 2 DE LA EMPRESA ENERSYS GROUP S.A. EN EL PRIMER CUATRIMESTRE DEL AÑO 2024 presentado y aprobado en el año 2024 como requisito para optar por el título de BACHILLERATO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA; (SI (X)/NO() ) autorizo al Centro de Información Tecnológico (CENIT) para que con fines académicos, muestre a la comunidad universitaria la producción intelectual contenida en este documento.

De conformidad con lo establecido en la Ley sobre Derechos de Autor y Derechos Conexos N° 6683, Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica.

Cordialmente,

 \_\_\_\_\_

Firma y Documento de Identidad

---

**ANEXO 1 (Versión en línea dentro del Repositorio)  
LICENCIA Y AUTORIZACIÓN DE LOS AUTORES PARA PUBLICAR Y  
PERMITIR LA CONSULTA Y USO**

**Parte 1. Términos de la licencia general para publicación de obras en el repositorio institucional**

Como titular del derecho de autor, confiero al Centro de Información Tecnológico (CENIT) una licencia no exclusiva, limitada y gratuita sobre la obra que se integrará en el Repositorio Institucional, que se ajusta a las siguientes características:

a) Estará vigente a partir de la fecha de inclusión en el repositorio, el autor podrá dar por terminada la licencia solicitándolo a la Universidad por escrito.

b) Autoriza al Centro de Información Tecnológico (CENIT) a publicar la obra en digital, los usuarios puedan consultar el contenido de su Trabajo Final de Graduación en la página Web de la Biblioteca Digital de la Universidad Hispanoamericana

c) Los autores aceptan que la autorización se hace a título gratuito, por lo tanto, renuncian a recibir beneficio alguno por la publicación, distribución, comunicación pública y cualquier otro uso que se haga en los términos de la presente licencia y de la licencia de uso con que se publica.

d) Los autores manifiestan que se trata de una obra original sobre la que tienen los derechos que autorizan y que son ellos quienes asumen total responsabilidad por el contenido de su obra ante el Centro de Información Tecnológico (CENIT) y ante terceros. En todo caso el Centro de Información Tecnológico (CENIT) se compromete a indicar siempre la autoría incluyendo el nombre del autor y la fecha de publicación.

e) Autorizo al Centro de Información Tecnológica (CENIT) para incluir la obra en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

f) Acepto que el Centro de Información Tecnológico (CENIT) pueda convertir el documento a cualquier medio o formato para propósitos de preservación digital.

g) Autorizo que la obra sea puesta a disposición de la comunidad universitaria en los términos autorizados en los literales anteriores bajo los límites definidos por la universidad en las "Condiciones de uso de estricto cumplimiento" de los recursos publicados en Repositorio Institucional.

SI EL DOCUMENTO SE BASA EN UN TRABAJO QUE HA SIDO PATROCINADO O APOYADO POR UNA AGENCIA O UNA ORGANIZACIÓN, CON EXCEPCIÓN DEL CENTRO DE INFORMACIÓN TECNOLÓGICO (CENIT), EL AUTOR GARANTIZA QUE SE HA CUMPLIDO CON LOS DERECHOS Y OBLIGACIONES REQUERIDOS POR EL RESPECTIVO CONTRATO O ACUERDO.