

## ANTEPROYECTO

### DISEÑO DE UN SENSOR INTELIGENTE PARA LA MEDICIÓN DE VARIABLES AMBIENTALES Y MECÁNICAS PARA APLICACIONES DE MONITOREO DE SALUD ESTRUCTURAL

TUTOR ACADÉMICO: José Romero

Presentado ante la ilustre  
Universidad Central de Venezuela  
por el BR. Jose Alejandro Tovar Briceño  
para optar por el título de  
Ingeniero Electricista

# INTRODUCCIÓN

Los primeros indicios del uso de la energía eléctrica sucedieron en el cuarto final del siglo XIX. La sustitución del gas y aceite por la electricidad además de ser un proceso técnico fue un verdadero cambio social que implicó modificaciones extraordinarias en la vida cotidiana de las personas, cambios que comenzaron por la sustitución del alumbrado público y posteriormente por varias clases de procesos industriales como motores, metalurgia, refrigeración y de último llegaron a las comunicaciones con la radio y la telefonía.

El siguiente cambio de paradigma en el que se vio involucrado la electricidad tuvo lugar a lo largo del siglo XX y surge desde la necesidad de facilitar las tareas realizadas a diario en casa. En ello los investigadores de la época vieron una solución adaptando equipos con energía eléctrica para su uso en el hogar. Las industrias replicaron el crecimiento tecnológico que tuvieron en sus productos, lo que trajo como consecuencia el desarrollo los electrodomésticos. La primera producción de aparatos en masa como refrigeradores, lavadoras, televisores y radios sucedieron en esta época y tuvieron una alta receptividad por parte de los compradores. La invención del transistor solo aceleró el reemplazo de aparatos dada su capacidad de minimizar los equipos.

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La energía eléctrica es diferente de otras manifestaciones de la energía, debido a que no se puede almacenar por sí sola como electricidad. Esto obliga a que la energía eléctrica consumida por un equipo u aparato tenga que generarse al momento en el cual se vaya a consumir. Los procesos para la generación de energía tienen costos altos de desarrollo e implementación a gran escala (países o estados) por lo que surtir de energía a las industrias y electrodomésticos tiene un costo que la empresa que genera la energía necesita recuperar. Como consecuencia se suele medir el consumo de cada uno de los usuarios por razones enteramente económicas.

En Venezuela se utiliza el mismo método de adquisición de datos desde que se instaló el sistema eléctrico. Este consiste en un operador que se acerca hasta el lugar donde se encuentra un medidor de energía y registra la lectura que marca el medidor, esto se hace de manera repetitiva para todos los sitios donde se quiera registrar el consumo. En ocasiones los medidores tienen una salida codificada donde comunica el valor del consumo por infrarrojo lo que permite al operador registrar el valor de ese consumo mediante un aparato compatible con este protocolo. Debido a esta problemática surge la necesidad de sustituir este sistema de adquisición de datos manual por uno que no requiera el traslado del operador hasta el sitio, que sea económico, confiable y eficiente.

## **JUSTIFICACIÓN**

Una red mallada WiFi utilizando microcontroladores permite adaptar a la red equipos que soportan distintos métodos de extracción de datos; otorga la posibilidad de interconectar dispositivos mediante comunicaciones inalámbricas, que no poseen dicha capacidad originalmente; además su desarrollo permitiría extender las variables a medir y los métodos de adquisición de datos del sistema; y por último, posee bajos costos de instalación al no requerir de cableado entre los elementos de la red.

## **ANTECEDENTES**

El concepto de una red mallada no es algo nuevo, consiste en una serie de dispositivos conectados todos entre sí con la capacidad de comunicarse y enviar datos a un lugar de destino. Las soluciones ya existentes que se tomarán como referencia han logrado: utilizar redes malladas de sensores que permiten una recolección y transmisión de datos fuera de la red. Además se ha logrado comunicar de manera inalámbrica a dispositivos que originalmente no poseen esa facultad, equipando estos aparatos con módulos WiFi y un microcontrolador para el manejo del envío y recepción. Los trabajos mencionados se presentan a continuación:

# **OBJETIVOS**

## **OBJETIVO GENERAL**

Diseñar un sensor inteligente para la medición de variables ambientales y mecánicas para aplicaciones de Monitoreo de Salud Estructural.

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1. Documentar los principales métodos de extracción de datos soportados por un medidor de energía, en particular, el protocolo Modbus por RS485 y la salida por pulsos.
2. Diseñar el módulo de programa para los nodos que componen la red mallada, conformados por microcontroladores ESP32
3. Adaptar un nodo para ser compatible con la salida por pulsos de un medidor de energía y almacenar el valor de la medida para su adquisición mediante la red.
4. Adaptar un nodo para adquirir datos desde un medidor de energía que soporte protocolo Modbus RTU vía RS485.
5. Validar el funcionamiento del sistema.

# MARCO METODOLÓGICO

Con la finalidad de realizar efectivamente cada objetivo del proyecto, se llevarán las siguientes metodologías:

1. Documentación de los principales métodos de extracción de datos soportados por un medidor de energía, enfocándose en el protocolo Modbus por RS485 y la salida por pulsos
  - a) Investigación documental acerca de los principales métodos de extracción soportados por medidores.
  - b) Comparación de los métodos para extracción de datos desde un medidor según las ventajas que ofrecen al ser realizado desde un microcontrolador
  - c) Selección del método de extracción de datos a ser utilizado en el sistema.
2. Diseño del módulo del programa para los nodos que componen la red mallada, conformados por microcontroladores ESP32.
  - a) Programación de la conectividad entre los nodos de la red
  - b) Programación del Envío y recepción de mensajes internos en la red.
  - c) Programación de la transmisión de los datos hacia el exterior.
3. Adaptación del nodo para su compatibilidad con la salida por pulsos de un medidor de energía y almacenar el valor de la medida para su adquisición mediante la red.
  - a) Extracción de datos mediante detección de pulsos y almacenamiento en memoria volátil
  - b) Almacenamiento de los datos en la memoria no volátil en caso de fallos en la alimentación.
  - c) Compatibilidad como nodo de la red, para transmitir los datos captados.
4. Adaptación de un nodo para la adquisición de datos desde un medidor de energía que soporte protocolo Modbus RTU vía RS485.
  - a) Programación para el manejo del hardware externo al ESP32, capaz de recibir y transmitir datos por el bus RS485.
  - b) Compatibilidad como nodo de la red, para transmitir los datos captados.
5. Realización de pruebas para comprobar el funcionamiento del sistema.

- a)* Pruebas para comprobar el funcionamiento de la red mallada, reorganización y enrutamiento de la red en caso de la pérdida de comunicación entre nodos.
- b)* Pruebas para comprobar la comunicación hacia el interior y exterior de la red mallada, así como la transmisión de los datos extraídos.



## ALCANCE Y LIMITACIONES

El sistema de adquisición y transmisión de datos implementado es solo un prototipo, en el que se tendrán las siguientes limitantes:

- La red se compondrá de al menos cinco nodos interconectados entre sí mediante el módulo WiFi propio del ESP32.
- Habrá al menos un medidor con extracción de datos por salida de pulsos con carga y conectado a los nodos
- Al menos un nodo de la red es capaz de conectarse al exterior y transmitir los datos.
- Habrá al menos un medidor con extracción de datos por RS485 conectado a los nodos, este medidor puede no tener carga.
- Se contará con al menos un nodo como repetidor en la red.
- Los datos transmitidos serán mostrados en un software o terminal de computadora.

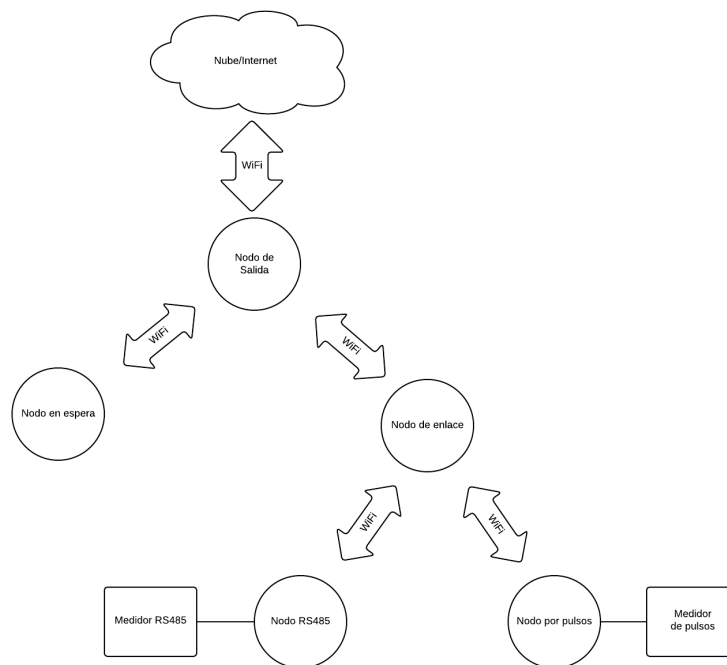


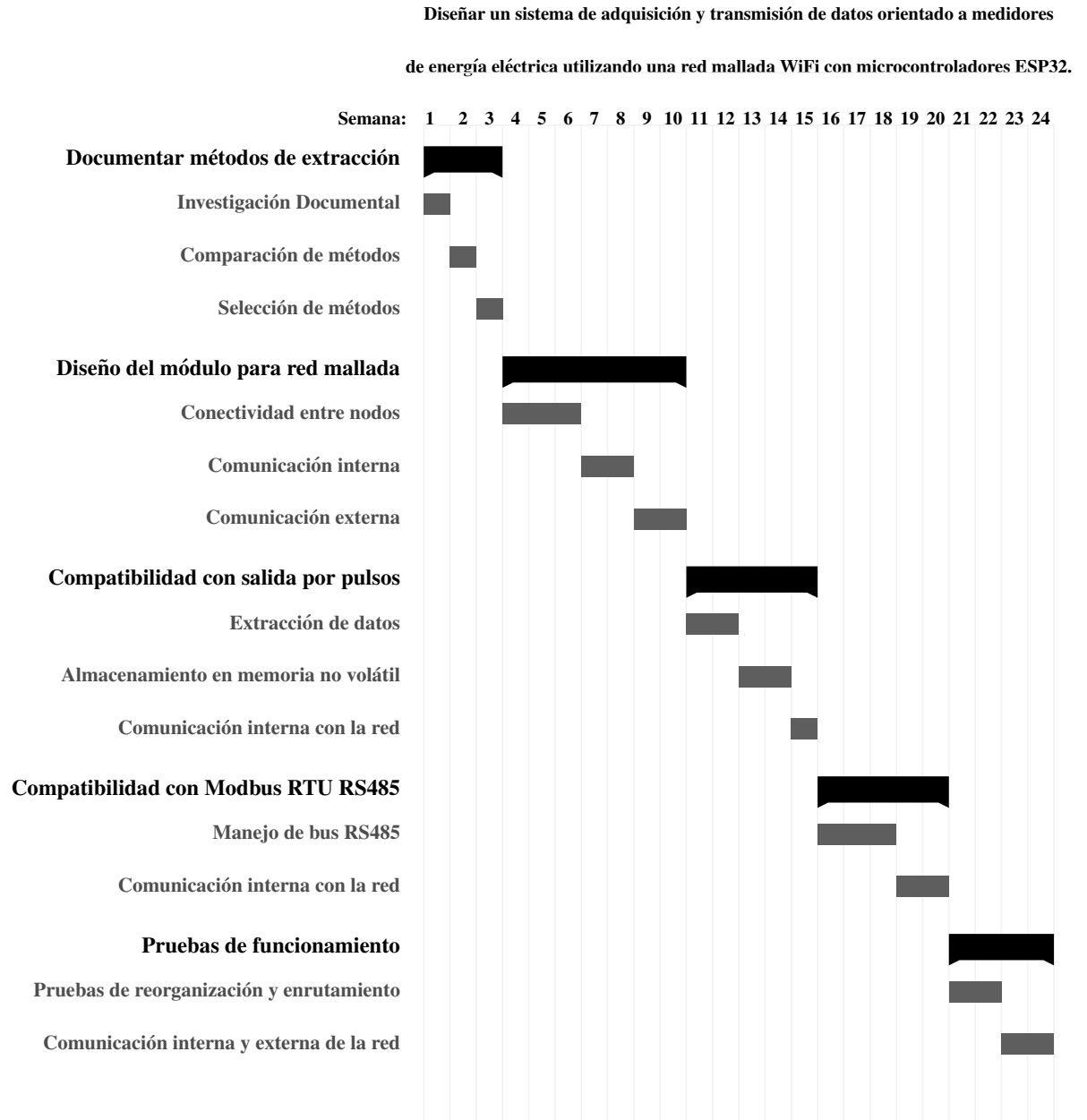
Figura 1: Representación gráfica de la red descrita en el alcance.

## **RECURSOS Y FACTIBILIDAD**

Para el desarrollo e implementación del sistema se requiere de microcontroladores ESP32, medidores de consumo eléctrico y un computador para la instalación del IDE necesario para el desarrollo de aplicaciones en el microcontrolador.

Tanto los microcontroladores ESP32 como los medidores de consumo de energía de tipo salida por pulsos o por RS485 serán suministrados por el tutor, ya se encuentran disponibles . El IDE (Interfaz de desarrollo) necesario para programar el ESP32 se encuentra en Github y tiene una documentación minuciosa escrita por los desarrolladores, además funciona en casi cualquier computador ya que no requiere de gran capacidad de cómputo.

# CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES



## **Referencias**