

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

**Diseño e implementación de una red WiFi mallada
que soporte protocolo MODBUS para
equipos de control industrial.**

Presentado ante la ilustre
Universidad Central de Venezuela
por el Br. Adrian Vazquez
para optar al título de
Ingeniero Electricista.

Caracas, Abril de 2020

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

**Diseño e implementación de una red WiFi mallada
que soporte protocolo MODBUS para
equipos de control industrial.**

TUTOR ACADÉMICO: Profesor José Alonso

Presentado ante la ilustre
Universidad Central de Venezuela
por el Br. nombres y apellidos para optar
al título de Ingeniero Electricista.

Caracas, Abril de 2020

A quien desees dedicar este trabajo

RECONOCIMIENTOS Y AGRADECIMIENTOS

Adrian Vazquez

**Diseño e implementación de una red WiFi mallada
que soporte protocolo MODBUS para
equipos de control industrial.**

**Tutor Académico: José Alonso. Tesis. Caracas, Universidad Central
de Venezuela. Facultad de Ingeniería. Escuela de Ingeniería Eléctrica.
Mención Electrónica. Año 2020, xvii, 144 pp.**

Palabras Claves: Palabras clave.

Resumen.- Escribe acá tu resumen

ÍNDICE GENERAL

| | |
|-----------------------------------|------|
| RECONOCIMIENTOS Y AGRADECIMIENTOS | III |
| ÍNDICE GENERAL | VIII |
| LISTA DE FIGURAS | X |
| LISTA DE TABLAS | XI |
| LISTA DE ACRÓNIMOS | XII |
| INTRODUCCIÓN | 1 |
| MARCO HISTÓRICO | 4 |
| MARCO TEÓRICO | 5 |
| MARCO METODOLÓGICO | 6 |
| DESCRIPCIÓN DEL MODELO | 8 |
| PRUEBAS EXPERIMENTALES | 9 |
| RESULTADOS | 10 |
| CONCLUSIONES | 11 |
| RECOMENDACIONES | 12 |
| TÍTULO DEL ANEXO | 13 |

| | |
|------------------|----|
| TÍTULO DEL ANEXO | 14 |
| TÍTULO DEL ANEXO | 15 |
| REFERENCIAS | 16 |

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE TABLAS

LISTA DE ACRÓNIMOS

INTRODUCCIÓN

En el área de la ingeniería eléctrica, las comunicaciones se pueden clasificar en dos grupos: las alámbricas y las inalámbricas. En el primer caso el medio es tangible estando, generalmente, compuesto por varios conductores metálicos o fibra óptica y en el segundo no hay medio físico. Las comunicaciones inalámbricas se clasifican básicamente según la banda de frecuencia o el estándar que satisface, así las tecnologías IEEE 802.15.1 (bluetooth), IEEE 802.11 (WiFi) y GSM (telefonía celular).

Las tecnologías basadas en el estandar IEEE 802.11, también conocidas como WiFi, han ganado popularidad en el mundo de las comunicaciones proveyendo interconectividad entre clientes (PC, laptops, smartphones) y puntos de acceso. Las redes que usan dicha tecnología se clasifican (según la topología) en centralizadas o descentralizadas dependiendo si la conectividad entre clientes posee como intermediario o no un punto de acceso ?.

Dentro de las redes descentralizadas tenemos a las redes de topología mallada, donde los clientes están en capacidad de ser, simultáneamente, puntos de acceso brindando servicio a otros clientes y servir de puente a otros nodos. Además, las redes WiFi malladas difieren de las convencionales en que no es obligatorio que todos los nodos estén conectados al nodo central, en su lugar, cada nodo se puede conectar a el nodo vecino. Esto abre la posibilidad de ampliar la cobertura manteniendo la interconectividad de la red .

Las redes WiFi brindan la posibilidad de que la adquisición de información pueda estar presentes en virtualmente cualquier cosa de manera inalámbrica, poseyendo potencialidad en el monitoreo y control de procesos. No obstante, los

inconvenientes de ruido, seguridad y distancia han hecho que se hayan desarrollado arquitecturas que vayan superando estas limitaciones .

Aunque el estándar IEEE 802.11s establece las normas generales de la comunicación WiFi mallada ?, todavía es un terreno actualmente se encuentra en exploración, especialmente en los entornos electromagnéticamente ruidosos o congestionados. En el mismo orden de ideas, existen reservas respecto al manejo de datos críticos o sensibles en un proceso industrial, debido a la confiabilidad y seguridad de los datos?.

Modbus es el protocolo de comunicación industrial estándar de facto desde 1979 ?. Al emplear un protocolo Modbus se establece un sistema de comunicación de tipo maestro/esclavo. En este tipo de sistemas un nodo principal o maestro envía una solicitud específica a un esclavo y este genera la respuesta. Los esclavos no transmiten datos sin una instrucción previa y no se comunican con ningún otro esclavo. En la capa física del sistema de comunicación, el protocolo Modbus puede emplear diversas interfaces físicas, entre las que se encuentran la RS-485 y RS-232, en la cual la interfaz TIA/EIA-485 (RS-485) de dos cables es la más común .

En el ámbito industrial la reducción de costos es siempre una meta y las redes inalámbricas podrían ser una alternativa frente a las alámbricas, en las que las grandes distancias cubiertas por conductores representan un costo relativamente elevado ?. Así mismo, los conductores instalados son vulnerables a hurtos, lo que se traduce en pérdidas económicas para las industrias.

Tomando en cuenta lo anterior, se propone el diseño de una red inalámbrica WiFi mallada con una comunicación basada en el protocolo Modbus orientada a la implementación a un entorno industrial, cuyos nodos estarán constituidos por microcontroladores ESP32. Este trabajo tiene por finalidad presentar la metodología para el diseño e implementación de la red , además se presentan los detalles del

planteamiento del problema y la factibilidad de proyecto así como el cronograma para la ejecución de actividades para lograr los objetivos planteados .

CAPÍTULO I

MARCO HISTÓRICO

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1. Diseño de una red mallada basada en el microcontrolador ESP32

La red mallada se diseño para una sola red Modbus, por lo que, solo puede existir un maestro y una cantidad de XXX esclavos (Citacion required). Teniendo en consideración lo anterior, se definió la topología de la red mallada; las rutas de comunicación se definieron según el esclavo que el maestro Mosbus esté interrogando. Así, aunque las rutas son estáticas, el enrutamiento de cada nodo varia según una tabla fija de enrutamiento determinada.

Por otro lado, existen otras características de comunicación como lo es el estándar del bus serial y la características del mismo. Ya que se usa el estándar RS-485, quedaba por definir la tasa de transmisión. Esta puede variar, por lo que el nodo es configurable y compatible para las tasas de Baudios siguientes:

Entonces, quedando diferenciadas las dos etapas (la inalambrica y la serial) y además, se consideraron los dos sentidos de la información (desde y hacia el esclavo), para establecer una lógica para el funcionamiento del nodo.

Cada nodo contemplaron dos sentidos, el primero es si se le introduce la información por el bus serial entonces esta debe transmitirse inalambricamente; y si recibe información inalambricamente entonces debe pasarla a su bus serial o bien debe trasnmitirla a otro nodo.

Cada nodo debe ser configurable, para así adaptarlos a los entornos, y ya que se transmite el protocolo Modbus se consideran los nodos como esclavos. Es decir, se reservaron identificadores para los nodos para así configurar tanto el enrutamiento como la tasa de transmisión serial.

CAPÍTULO IV

DESCRIPCIÓN DEL MODELO

CAPÍTULO V

PRUEBAS EXPERIMENTALES

CAPÍTULO VI

RESULTADOS

CAPÍTULO VII

CONCLUSIONES

CAPÍTULO VIII

RECOMENDACIONES

Apéndice I

TÍTULO DEL ANEXO

Apéndice II

TÍTULO DEL ANEXO

Apéndice III

TÍTULO DEL ANEXO

REFERENCIAS

- Brea, E. (2006). *Cálculo Operacional* (1ra ed.). Caracas: Escuela de Ingeniería Eléctrica, Universidad Central de Venezuela.
- Brigham, E. O. (1974). *The fast Fourier transform*. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice Hall.
- Hvattum, L. M., y Glover, F. (2009). Finding local optima of high-dimensional functions using direct search methods. *European Journal of Operational Research*, 195(1), 31 - 45.