

ENSAYO DE PROTOTIPO ELECTRÓNICO INALÁMBRICO CON COMUNICACIÓN MODBUS PARA SMART GRIDS: IMPLEMENTACIÓN BAJO LORAWAN

Roberto Federico Farfán

Universidad Nacional de Salta, Facultad de Ingeniería, INENCO

César Wilhelm Massen Prieb – cprieb@ufrgs.br

Universidade Federal do Rio Grande do Sul, LABSOL

Carlos Alberto Cadena

Universidad Nacional de Salta, Facultad de Ciencias Exactas, INENCO

Héctor Rizo

Universidad Nacional de Salta, Facultad de Ingeniería, INENCO

Resumen. El objetivo de este trabajo es presentar algunos resultados de los ensayos de un equipo electrónico diseñado para el monitoreo de magnitudes físicas para Smart Grids. El equipo se compone de un conjunto de microcontroladores que se comunican utilizando el protocolo Modbus RTU, donde cada esclavo proporciona información proveniente de una Smart Grid. El maestro de la red Modbus se conecta a una Red de Área Amplia de Baja Potencia (LPWAN), más específicamente a una red con tecnología LoRaWAN, para enviar la información recolectada de una red eléctrica a servidores. En el trabajo se realiza el ensayo de comunicación entre los dispositivos, emulando los datos provenientes de una Smart Grid. En los ensayos se envían datos desde una PC a los esclavos, el maestro de la red sube esta información a la nube utilizando la tecnología LoRaWAN. Para visualizar los datos se implementa la herramienta Node-Red, generando gráficos temporales en combinación con una base de datos. En el trabajo se presentan los ensayos preliminares del sistema bajo estudio.

Palabras clave: Energía Solar, Smart Grids, LoRaWAN.

1. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial las redes eléctricas están evolucionando a un sistema que involucra más tecnología, generación descentralizada y un uso más eficiente de la energía. Las Smart Grids (SG) o Redes Eléctricas Inteligentes, son una forma de gestión eficiente de la energía eléctrica. La Plataforma Tecnológica Europea de Smart Grids la define como una red eléctrica capaz de integrar de forma inteligente el comportamiento y las acciones de los usuarios conectados en ella, quienes generan electricidad, quienes consumen y quienes realizan ambas acciones, para proporcionar un suministro de electricidad seguro, económico y sostenible. Las SG incluyen sistemas que generan energía por medio de fuentes renovables y la inyectan a la red de distribución. Estas fuentes se denominan Recursos Energéticos Distribuidos (DER) y su implementación se convirtieron en políticas de estados, como los que ejecuta la Unión Europea (The European Parliament, 2009). El uso de los DER puede complejizar el control de la red eléctrica si su injerencia es alta, ya que provoca en las redes de Baja Tensión inestabilidad (Kupzog *et al.*, 2012). Por ejemplo, un gran desafío es controlar las fluctuaciones de tensión en la red de distribución, los días nublados con gran variación de irradiancia o las sobretensiones producidas por una alta generación de los DER frente a una baja demanda (León, 2022). El concepto de las SG facilita el uso de la infraestructura de la red eléctrica existente de una manera más eficiente, permitiendo mayores niveles de penetración de los DER (Gungor, 2013).

La arquitectura de una SG se compone de una Infraestructura Energética, una Infraestructura de Comunicación, la Tecnología de Información y las Aplicaciones Potenciales (Gungor, 2013). La Infraestructura Energética representa los sistemas físicos de generación, transmisión y distribución de energía, mientras que la Infraestructura de Comunicación se encarga de transmitir la información crítica de la SG, conectando sus componentes para control, monitoreo y mantenimiento de la misma (Gungor, 2013). La Tecnología de Información proporciona una plataforma común para compartir información proveniente de los diferentes campos de la SG, brindando soporte a la recopilación de información, análisis y aplicaciones avanzadas, integrando la información de diferentes capas de la SG (Gungor, 2013). En las Aplicaciones Potenciales se proponen las mejores técnicas de gestión, automatización, detección y generación para el sistema en general (Gungor, 2013).

Como tecnología para la Infraestructura de la Comunicación se pueden mencionar; WiMax, RF Mesh, ZigBee/Z-wave, entre otras (Gungor, 2013). Sin embargo, hay estudios que mencionan las virtudes de la tecnología LoRaWAN por encima de algunas de estas (Filho, 2017). Esta última cobra relevancia al fundarse LoRa Alliance en marzo de 2015, organización sin fines de lucro que reúne un centenar de empresas de varios países del mundo, operadores de telecomunicaciones, fabricantes de equipos, fabricantes de semiconductores, empresas de software, empresas de

informática y consultoras. LoRaWAN es una tecnología basada en estándares abiertos, de bajo coste, y diseñada para construir plataformas urbanas. Entre las posibles aplicaciones se encuentran las SG para empresas de servicios públicos y empresas del sector eléctrico. La oferta de dispositivos embebidos crece constantemente e incluye monitoreo de dispositivos portátiles, soluciones de seguridad pública y patrimonial, gestión de infraestructura urbana, atención médica y medidores inteligentes.

Teniendo en cuenta la aceptación y el desarrollo de la Tecnología LoRaWAN, en este trabajo se realiza el ensayo de un prototipo electrónico diseñado para implementarse en una SG, formada por dispositivos que emulan medidores de energías (MdE) y sensores, todos estos conectados a una red Modbus. El maestro de la red Modbus se desarrolla para actuar como un nodo en la red LoRaWAN y será el encargado de subir la información a servidores que se encuentran en la nube para su uso final.

2. ESQUEMA DEL SISTEMA ELECTRÓNICO PROPUESTO

La idea principal de la Infraestructura de Comunicación es transmitir la información crítica de la SG, conectando sus componentes para control, monitoreo y mantenimiento (Gungor, 2013). En este trabajo se plantea un sistema electrónico que puede incorporarse a la Infraestructura de Comunicación, ya que permitirá el monitoreo de las diferentes magnitudes eléctricas descriptas. El sistema desarrollado utiliza un sistema inalámbrico con tecnología LoRaWAN como el que muestra la Fig. 1, mediante el cual se obtienen registros de energía y magnitudes físicas ambientales.

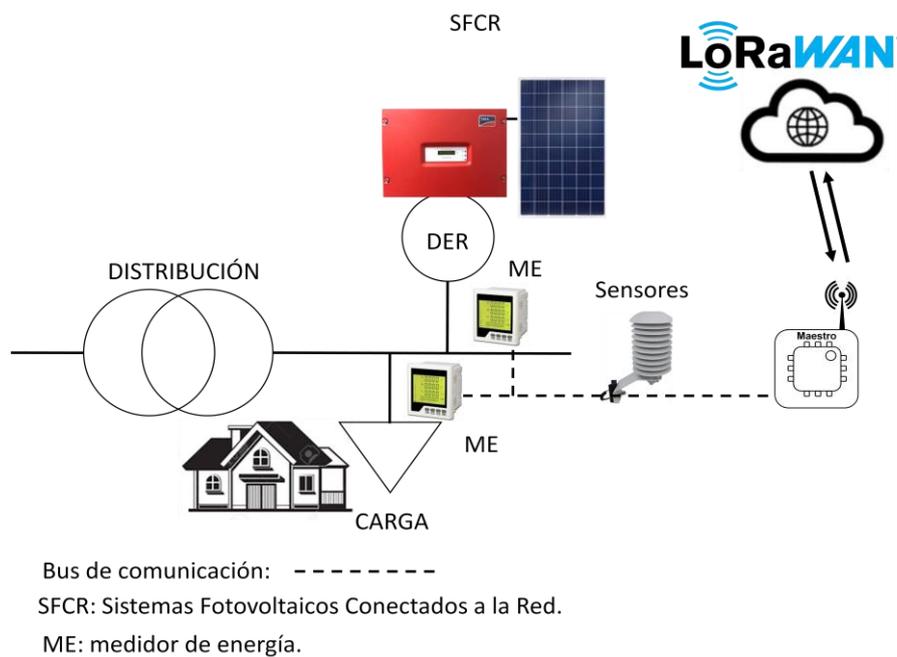


Figura 1 - Sistema electrónico para monitoreo de SG.

El maestro de la red es el que vincula la tecnología LPWANs con dispositivos que utilizan para su comunicación el protocolo Modbus. Este desarrollo permite integrar una gran cantidad de dispositivos ampliamente utilizados en la industria actual con la tecnología LPWANs.

2.1 Smart Grids

El concepto de SG tiene como objeto lograr un sistema avanzado mediante la integración de una Infraestructura de Tecnología de la Información y Comunicación al sistema eléctrico existente. En la actualidad, la infraestructura de la red eléctrica contiene una gran cantidad de componentes interconectados: generadores, transformadores de potencia, cargas y sistemas de generación distribuida. Incorporar Infraestructura de Tecnología de la Información y Comunicación permitirá explotar plenamente el uso de sistemas de energía renovable y maximizar la eficiencia de todo el sistema de energético.

Una SG puede considerarse como una red de comunicación de datos que logra con el apoyo de diferentes dispositivos diseñados para administrar energía, operaciones flexibles y fluidas entre los componentes de la red eléctrica, para utilizar la energía de forma más eficiente (Gungor, 2013). La Fig. 2 muestra un esquema donde se resume las principales características relacionadas con una SG.

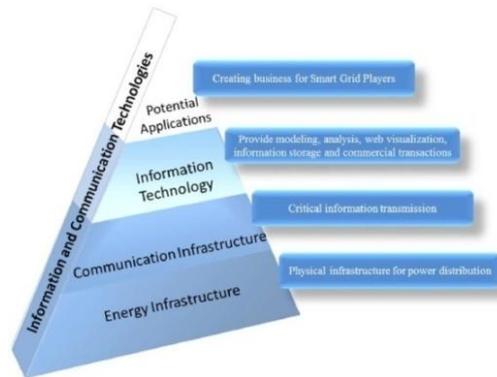


Figura 2 - Características principales de una SG (Gungor, 2013).

Con la idea de buscar un estándar que permita visualizar la interacción entre los diferentes componentes de una SG, en la EU Mandate M/490 de la UE, el Grupo de Coordinación de Redes Inteligentes concluyó con el Modelo de Arquitectura de Red Inteligente (SGAM) (CEN-CENELEC-ETSI, 2012). El modelo SGAM se compone de cinco capas, como se observa en la Fig. 3.

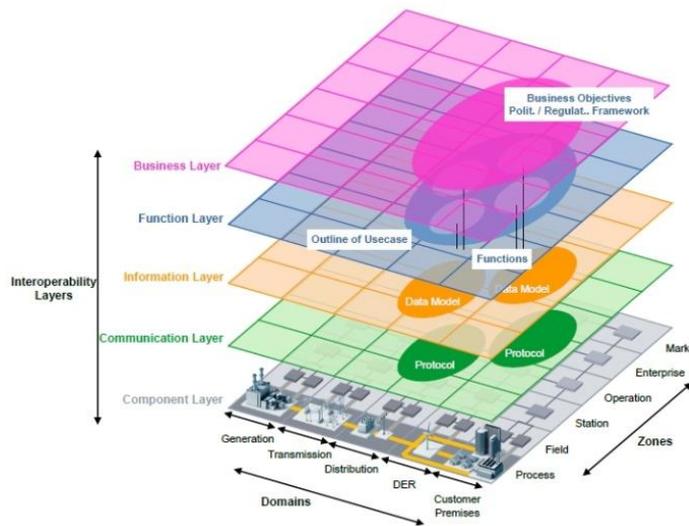


Figura 3 – Modelo SGAM (CEN-CENELEC-ETSI, 2012).

La Capa Empresarial mapea las estructuras económicas y regulatorias (actores comerciales), la Capa Funcional describe funciones y servicios, la Capa de Información describe objetos que brindan información dentro de los modelos de datos, transferidos por los protocolos descritos en la Capa de Comunicación y que tiene un punto final físico en la Capa de Componentes. Esta última cubre toda la SG, desde equipos de tecnología de la información y la comunicación, hasta el propio Sistema de Energía (CEN-CENELEC-ETSI, 2012, Wilker, 2017).

Este modelo tiene dos dimensiones más, los Dominios y Zonas (CEN-CENELEC-ETSI, 2012). Los Dominios involucran la Generación (centrales eléctricas a gran escala), Transmisión (transporte de la energía generada a grandes distancias), Distribución (distribuir la energía hacia los consumos), los DER y las Instalaciones para Cliente (incluye industrias, empresas y hogares). Las Zonas corresponde a los niveles jerárquicos de gestión del sistema eléctrico; Proceso (incluye generadores, cableado y sensores), Campo (cualquier dispositivo que maneje datos, monitoree, controle o proteja el sistema de energía eléctrica), Estación (lugar donde la información se vincula a un sistema SCADA, para monitoreo o automatización de subestaciones), Operación (controlando el funcionamiento de los sistemas de energía), Empresa y Mercado.

El este trabajo se realizaron ensayos de un sistema que puede utilizarse para el monitoreo de energía de una SG, donde el diseño involucra elementos que se encuentran dentro de la Capa de Componentes, Capa de Comunicación, Capa de Información y Capa de Función. El modelo SGAM permitirá analizar el desarrollo que se plantea en este trabajo dentro de la estructura descrita.

2.2 LoRaWAN

Las redes denominadas Low Power Wide Area Networks (LPWANs) comenzaron a cobrar relevancia en el área de las comunicaciones desafiando tecnologías como las basadas en el estándar IEEE 802.15.4, ofreciendo conectividad inalámbrica y transmisión de amplia cobertura (Pocero *et al.*, 2020).

LoRa es una tecnología de modulación de radiofrecuencia (RF) para LPWANs y forma la capa física del modelo OSI. Esta tecnología patentada por Semtech, emplea una tecnología de modulación de espectro ensanchado por Chirp (CSS), que permite trabajar de una manera eficiente con el ruido de canal, el desvanecimiento por trayectos múltiples y/o el efecto Doppler, incluso a potencias relativamente bajas debido a su alta sensibilidad (Semtech). LoRa está pensada para trabajar ya sea en entornos urbanos como rurales, ofreciendo distintos rangos de cobertura estimados para cada uno de estos (2-5 km para entornos urbanos y 5-15 km para entornos rurales), con una potencia de transmisión máxima de 20 mW (The Things Industries, Semtech). Los anchos de banda de los canales en LoRa están definidos por LoRa Alliance y existen distintas frecuencias para diferentes regiones.

LoRaWAN es la capa de acceso al medio estandarizada por LoRa Alliance, mientras que LoRa se encarga de habilitar el canal físico, LoRaWAN define el protocolo de comunicación y la arquitectura de la red, como la que se observa en la Fig. 4. Se trata de un protocolo de red abierto que ofrece; comunicación segura bidireccional, movilidad y servicios de localización estandarizados (Semtech). LoRaWAN garantiza velocidades aceptables para el envío de datos desde dispositivos y sensores, ya que no manejan altas densidades de información. Sin embargo, no resulta demasiado útil para el envío de archivos de vídeo, imágenes o información que requieran una alta velocidad de datos.

Una red LoRaWAN típica se compone de los siguientes elementos (The Things Industries):

Dispositivos finales: los sensores o actuadores que envían mensajes inalámbricos modulados por LoRa al Gateway o reciben mensajes de forma inalámbrica desde el Gateway.

Gateway: recibe mensajes de dispositivos finales y los reenvía al servidor de red.

Servidor de red: *software* que se ejecuta en un servidor y administra toda la red.

Servidores de aplicaciones: *software* que se ejecuta en un servidor y que es responsable de procesar de forma segura los datos de la aplicación.

Servidor de unión: *software* que se ejecuta en un servidor que procesa mensajes de solicitud de unión enviados por dispositivos finales.

Los mensajes enviados desde dispositivos finales viajan a través de todos los Gateway que se encuentren dentro de su alcance y los mensajes recibidos por el servidor, conserva una copia y descarta otras. Esto se conoce como duplicación de mensajes.

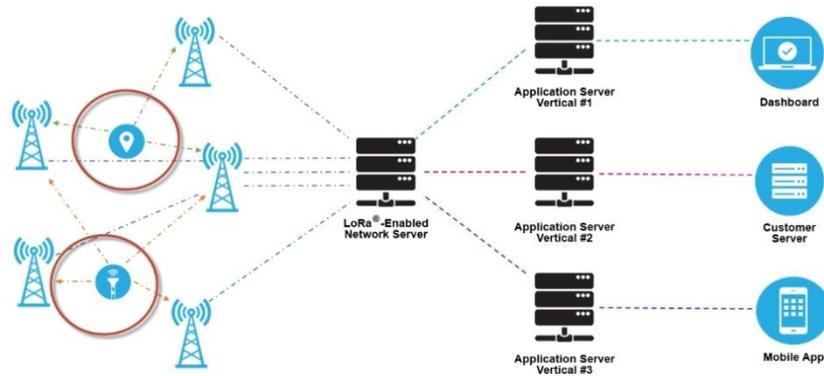


Figura 4 – Esquema de una red LoRaWAN (Semtech).

2.3 Modbus

Modbus es un protocolo de comunicación que está formada por una arquitectura maestro/esclavo (RTU) o cliente/servidor (TCP/IP) (MODBUS APPLICATION PROTOCOL SPECIFICATION). El estándar se diseñó en 1979 para controladores lógicos programables (PLCs) de la empresa Modicon. Este protocolo de comunicación se consolidó en la industria y actualmente se considera un estándar de facto en la industria y actualmente permite que millones de dispositivos de automatización se comuniquen (MODBUS APPLICATION PROTOCOL SPECIFICATION).

Un sistema de tipo maestro-esclavo tiene un nodo maestro, que emite comandos explícitos a uno de los nodos esclavos y procesa las respuestas (MODBUS over Serial Line). Los nodos esclavos normalmente no transmiten datos sin una solicitud del nodo maestro y no se comunican con otros esclavos (MODBUS over Serial Line).

A nivel físico, los sistemas Modbus RTU pueden utilizar diferentes interfaces físicas; RS485 o RS232. La interfaz de dos cables TIA/EIA-485 (RS485) es la más común (MODBUS over Serial Line). Como opción adicional, también se puede implementar la interfaz RS485 de cuatro cables. También se puede utilizar una interfaz serie TIA/EIA-232-E (RS232) cuando solo se requiere una comunicación corta punto a punto (MODBUS over Serial Line).

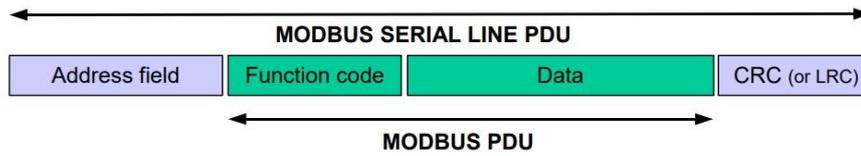


Figura 5 – Estructura del protocolo de comunicación Modbus RTU.

El protocolo de comunicación Modbus define la Unidad de Datos del Protocolo (PDU) como se muestra en Fig. 5. El maestro que inicia la comunicación construye el PDU Modbus y agrega los campos adecuados para realizar la transmisión. El maestro inicia la comunicación con un esclavo colocando la dirección de este último en el Campo de Dirección del mensaje (MODBUS over Serial Line). Cuando el esclavo devuelve su respuesta, coloca su propia dirección en el campo de dirección de respuesta para que el maestro sepa qué esclavo está respondiendo (MODBUS over Serial Line).

En el campo Código de Función el maestro indica al esclavo qué tipo de acción realizar, mientras que en el campo de Datos se colocan parámetros de solicitud y respuesta. En el campo de verificación de errores contiene el resultado de un cálculo de Comprobación de Redundancia. Las características de las funciones que manejan el protocolo Modbus son las siguientes;

Tabla 1 – Características de las funciones del protocolo Modbus.

Función	Acción	Descripción
Discretes Input	Lectura	Datos proporcionados por un sistema I/O.
Coils	Lectura y Escritura	Datos que pueden cambiar por medio de una solicitud.
Input Registers	Lectura	Datos puede ser proporcionado por un sistema de I/O.
Holding Register	Lectura y Escritura	Datos pueden ser alterables por medio de una solicitud.

En el trabajo desarrollado solo se implementó la función Holding Register.

3. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

Para la implementación física se utilizaron diferentes microcontroladores, el PIC16F877A como esclavo de la red Modbus y una placa de desarrollo Lopy como maestro. En esta parte del trabajo se describe las características de estos dispositivos.

3.1 Maestro y esclavo de la red Modbus

El maestro de la red Modbus es el encargado de pedir información a los esclavos, los cuales registran mediciones de magnitudes físicas relacionadas a una SG. Para el maestro se utiliza una placa de desarrollo denominada Lopy, habilitada para programarse en MicroPython y permite una conexión por medio de LoRa, Wi-Fi o Bluetooth. Esta placa utiliza el microcontrolador de Espressif ESP32, pudiendo actuar como LoRa Nano Gateway o como un nodo de la red LoRaWAN.

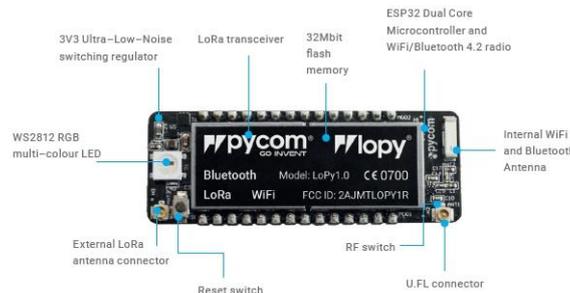


Figura 6 – Placa de desarrollo Lopy (Pycom).

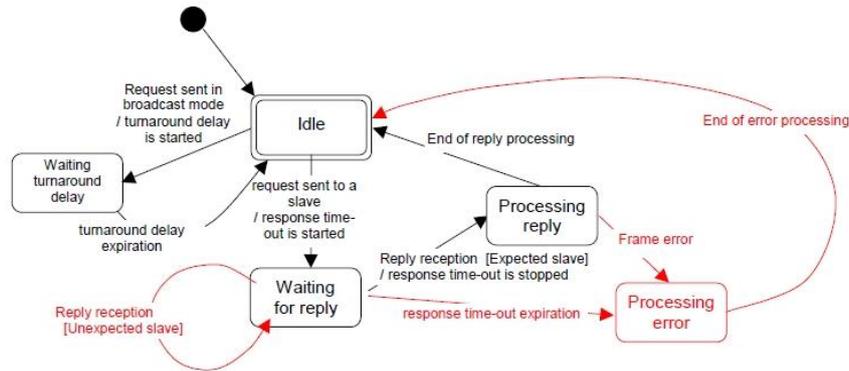


Figura 7 – Descripción del funcionamiento del maestro por medio de una máquina de estado (MODBUS over Serial Line).

Para conectar la placa de desarrollo Lopy a una red Modbus RTU, es necesario conectar la misma a un Max485. De esta forma el maestro de la red Modbus puede recibir y enviar información a la red, utilizando el puerto de comunicación UART para la interacción mencionada. Las tareas que debe desarrollar el maestro de la red Modbus están descritas en la máquina de estado que indica el grafo de la Fig. 7, cuyo funcionamiento es independiente de los modos de transmisión utilizados.

Para el desarrollo de los Esclavos se utilizó el microcontrolador PIC16F877A de la empresa Microchip. Este microcontrolador de 8 bits cuenta con 256 bytes de memoria EEPROM, 2 comparadores, 8 ADC de 10 bits, 2 comparadores/PWM, el puerto serie síncrono de 3 hilos SPI, el bus de 2 hilos I2C y transmisor de receptor asíncrono universal. De acuerdo a las características descritas, este microcontrolador puede utilizarse como esclavo en una red Modbus y para ello se utiliza su puerto de comunicación UART, para comunicarse con el maestro por medio de un Max485.

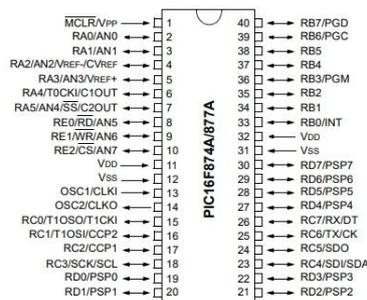


Figura 8 – Microcontrolador PIC16F877A (Microchip).

4. SIMULACIÓN Y ENSAYO

En el trabajo se realizaron simulaciones y ensayos del prototipo desarrollado. El algoritmo diseñado para esta implementación, comunicación entre maestro y esclavos de una red Modbus, se probó inicialmente en un Arduino UNO que trabaja como maestro de la red. El algoritmo desarrollado responde a la máquina de estado descrita en la Fig. 7 y su implementación en un Arduino UNO se realiza a los efectos de solo simular la comunicación entre dispositivos. Para emular los datos provenientes de la SG, se generaron datos provenientes de simulaciones de instalaciones Fotovoltaicas ubicadas en la ciudad de Salta, Argentina.

4.1 Simulación comunicación Maestro-Eslavo

La primera etapa consistió en simular la conexión maestro-esclavo de la red Modbus del sistema descrito en la Fig. 9. Para ello se utilizó un software que permite simular la interacción entre microcontroladores por medio del protocolo Modbus y su vinculación con algunos sensores. El *software* no puede simular el comportamiento del Lopy, por lo tanto, para facilitar el desarrollo de la red Modbus primero se simuló el código que responde a la máquina de estado de la Fig. 7 en una placa de desarrollo Arduino UNO. En la Fig. 10 se observa la conexión de 3 esclavos, diseñados en base al PIC16F877A conectados al Arduino UNO (maestro) por medio de los Max485.

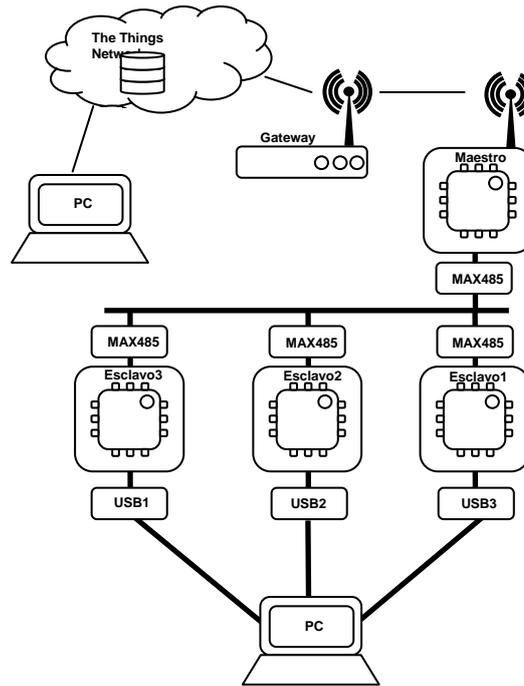


Figura 9 – Esquema de los ensayos realizados al equipo comunicación.

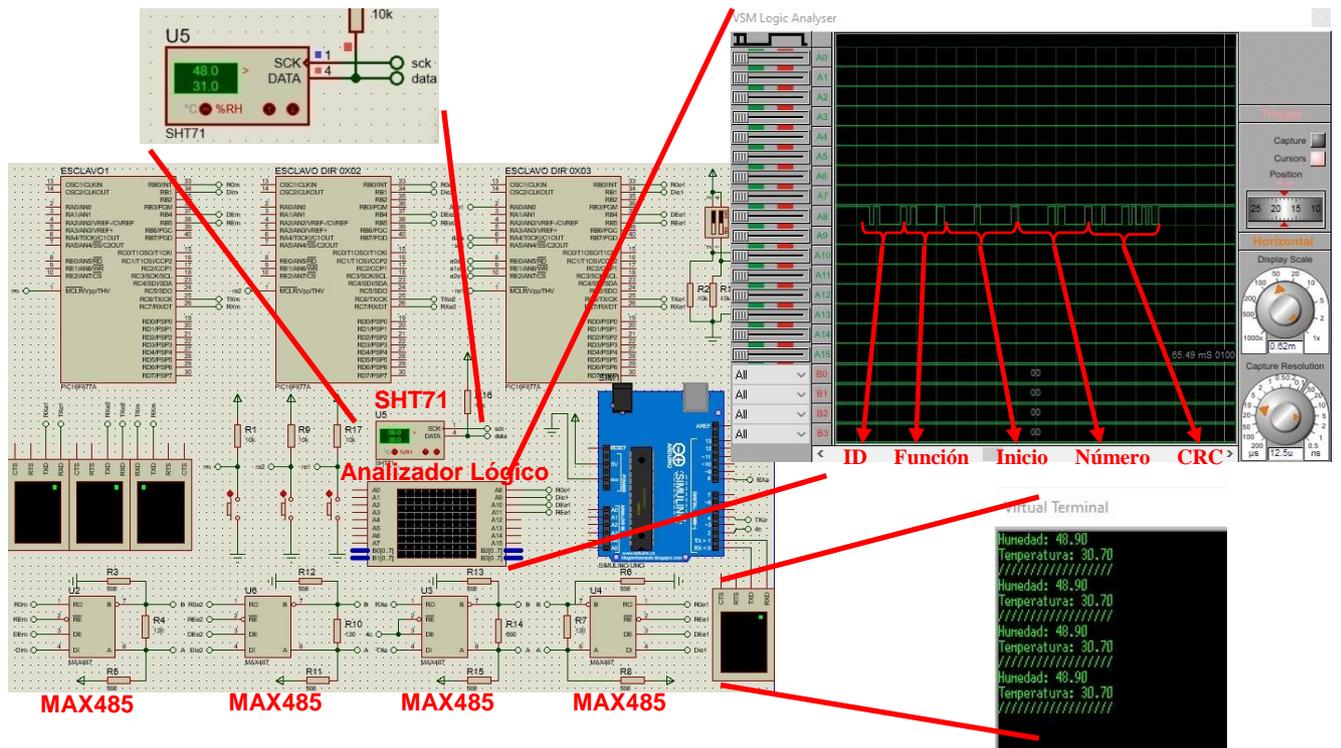


Figura 10 – Simulación de comunicación maestro-esclavo.

En la simulación se aprecia un analizador lógico implementado para estudiar la información que comparten los microcontroladores en la comunicación Modbus. En la simulación se observa que el Arduino UNO forma el PDU y envía la siguiente secuencia; un tres en la Dirección de Campo, un tres como Código de Función, el Inicio que indica la posición del registro donde quiere leer, el Número que indica cuantos registros va a leer y el CRC. El esclavo con ID = 3 se encuentra conectado a un sensor sht10, donde guarda la información de temperatura y humedad en el registro cero y uno.

4.2 Emular datos de una instalación fotovoltaica

Se utilizaron datos de irradiancia y temperatura ambiente de la ciudad de Salta para generar la información de una instalación fotovoltaica conectada a la red, compuesta por un inversor Sunny Boy 3800 conectado a dos ramas de ocho módulos fotovoltaicos de 250 W_p. Los esclavos de la red Modbus reciben de una PC, los datos de irradiancia, temperatura ambiente y potencia generada vía UART, como indica el esquema de la Fig. 9. El maestro de la red Modbus formado por un Lopy, pide a cada esclavo la información que proviene de la SG y este envía los datos recolectados al Gateway.

Para este trabajo se implemento el Things Indoor Gateway (TTIG), que está diseñado para ser una puerta de enlace LoRaWAN compatible y de bajo costo, con Wi-Fi. Este Gateway para LoRaWAN contiene 8 canales, puede conectarse a cualquier backend de red de su elección, antena omnidireccional incorporada para uso en interiores y puede configurarse con diferentes frecuencias de acuerdo a cada región. En este trabajo se utilizo la frecuencia AU915. En la Fig. 11 se observan los circuitos de los esclavos armados en protoboard en uno de los ensayos.

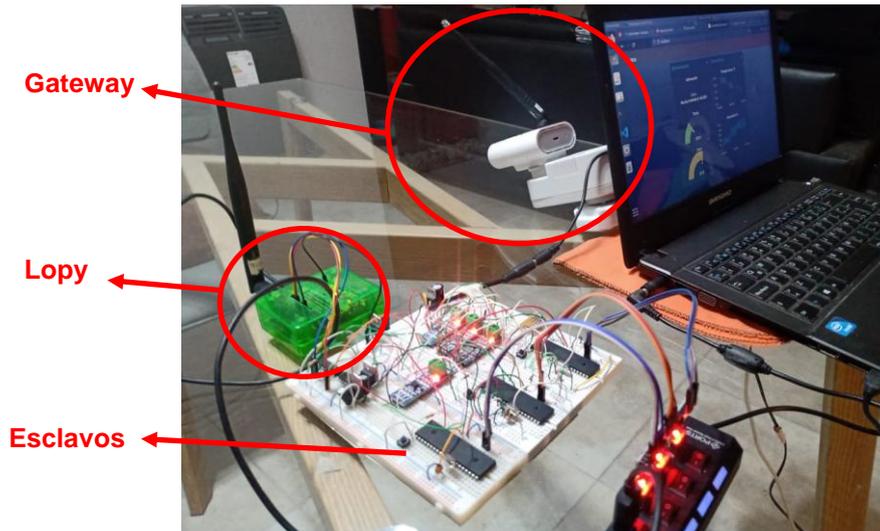


Figura 11 – Circuito desarrollado en protoboard.

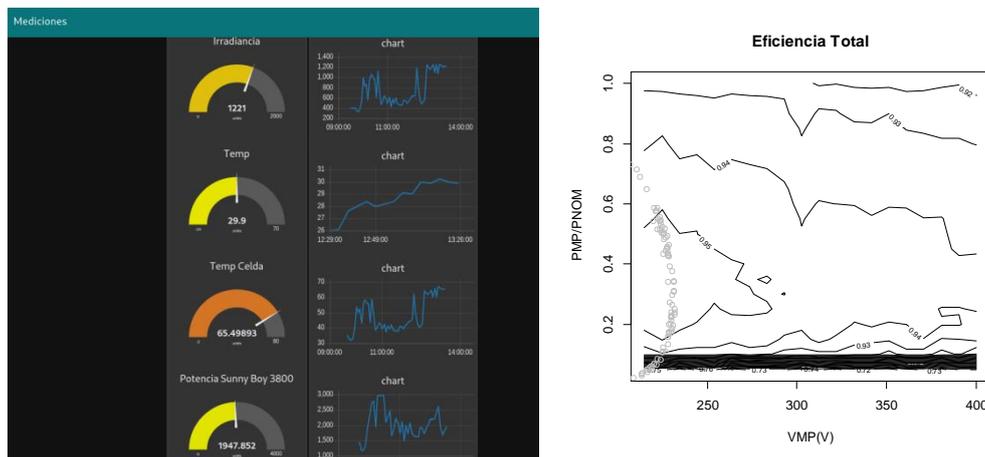


Figura 12 – Interfaz grafica Node-Red y resultados de simulación en las curvas de eficiencia del inversor.

En la Fig. 12 se observan los resultados que se obtienen de Node-Red al bajar los datos de los servidores de The Things Network. En el ensayo se utilizaron tres esclavos que registran irradiancia, temperatura ambiente y potencia de salida del inversor. En base a la irradiancia y temperatura ambiente el sistema calcula la temperatura de celda. De la misma forma, la energía inyectada a la red se obtiene en función de la potencia que el sistema registra. Con el objetivo de mostrar los datos registrados por los esclavos, en particular la tensión de módulo fotovoltaico y potencia de inversor, se realiza la curva de eficiencia total del inversor y los puntos (color gris) donde trabajo el inversor en la simulación.

5. CONCLUSIONES

En este trabajo se presentó de forma preliminar, los ensayos de un equipo electrónico diseñado para el monitoreo de magnitudes físicas para SG. Para esta implementación se desarrollaron esclavos que pueden comunicarse por medio del protocolo Modbus, con el objetivo que emulen los registros de magnitudes climatológicas, potencia de salida del inversor y su tensión de entrada. Para recolectar la información de una SG se implementó un maestro Modbus en una placa de desarrollo Lopy, cuyo objetivo es enviar los datos recolectados de la red a los servidores de The Things Network. Para obtener los gráficos de los registros se utilizó Node-Red en una Raspberry Pi, donde se almacena toda la información.

En este trabajo se desarrollaron herramientas para la infraestructura de comunicación de una SG, registrando la información de sensores de una red Modbus. Los resultados fueron satisfactorios y se espera que en trabajos futuros se mejore las herramientas de backend para que el desarrollo pueda implementarse en una instalación real.

REFERENCIAS

- Kupzog, F., Dimitriou, P., Faschang, M., Mosshammer, R., Stifter, M., Andrén, F., 2012. Co-Simulation of Power- and Communication-Networks for Low Voltage Smart Grid Control. In Proceedings of the 1st D-A-CH Energieinformatik 2012, Oldenburg, Germany.
- Gungor V. C., 2013. “A survey on smart grid potential applications and communication requirements,” IEEE Trans. Ind. Informat., vol. 9, no. 1, pp. 28–42, 2013.
- The European Parliament and the Council of the European Union. Directive 2009/28/EC. Available online: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=CELEX%3A32009L0028>.
- Filho H.G., Filho J. P., Moreli V. L., 2017. The Search for a Convergent Option to Deploy Smart Grids on IoT Scenario, Advances in Science, Technology and Engineering Systems Journal Vol.2, No. 3, 569-577.
- León L., Martínez, M., Ontiveros L. J. and Mercado P. E., 2022. Devices and Control Strategies for Voltage Regulation Under Influence of Photovoltaic Distributed Generation. A review. IEEE LATIN AMERICA TRANSACTIONS, Vol. 20, No. 5, mayo 2022.
- CEN-CENELEC-ETSI Smart Grid Coordination Group Smart Grid Reference Architecture, 2012. https://energy.ec.europa.eu/system/files/2014-11/xpert_group1_reference_architecture_0.pdf.
- Wilker, S., Meisel M., and Sauter T., 2017. Smart grid architecture model standardization and the applicability of domain language specific modeling tools, Conference: 2017 IEEE 26th International Symposium on Industrial Electronics (ISIE).
- Pocero L., Tsampas S., Mylonas G. and Amaxilatis, D., 2020. “Comparative Study of LoRa and IEEE 802.15.4-based IoT Deployments inside School Buildings”, August 2020 IEEE Access PP(99):1-1.
- The Things Industries, <https://www.thethingsnetwork.org/docs/lorawan>.
- Semtech, <https://lora-developers.semtech.com/documentation/tech-papers-and-guides/lora-and-lorawan>.
- MODBUS APPLICATION PROTOCOL SPECIFICATION V1.1b3, https://modbus.org/docs/Modbus_Application_Protocol_V1_1b3.pdf.
- MODBUS over Serial Line, Specification and Implementation Guide, https://modbus.org/docs/Modbus_over_serial_line_V1_02.pdf.

WIRELESS ELECTRONIC PROTOTYPE TEST WITH MODBUS COMMUNICATION FOR SMART GRIDS: IMPLEMENTATION UNDER LORAWAN

Abstract. *The objective of this work is to present some test results of an electronic equipment designed for monitoring physical quantities for Smart Grids. The equipment is made from a set of microcontrollers that communicate using the Modbus RTU protocol, where each slave provides information from a Smart Grid. The Modbus network master connects to a Low Power Wide Area Network (LPWAN), more specifically a network with LoRaWAN technology, to send information collected from a power grid to servers. In this work, the communication test between the devices is carried out by emulating the data coming from a Smart Grid. In the tests, data is sent from a PC to the slaves and the network master uploads this information to the cloud using LoRaWAN technology. To visualize the data, the Node-Red tool is implemented, generating temporal graphs in combination with a database. Some preliminary tests of the system under study are presented.*

Keywords: *Solar Energy, Smart Grids, LoRaWAN*