

Vinculación de un sistema de medición con Modbus a través de un enlace MQTT/TLS a un servidor remoto

Marcelo Castello

Observatorio de Energía y Sustentabilidad
Universidad Tecnológica Nacional
Rosario, Santa Fe, Argentina
mcastello@frro.utn.edu.ar

Rafael B. Oliva

Area Energías Alternativas
Instituto de Tecnología Aplicada UNPA-UARG y LyR Ing.
Rio Gallegos, Argentina
roliva@uarg.unpa.edu.ar / roliva@lyr-ing.com

Abstract—En este trabajo se presenta la vinculación entre un datalogger y un dashboard centralizado. El datalogger toma información de viento utilizando sensores Thies instalados en la misma torre de un aerogenerador e información de corriente y tensión producida por un conjunto de paneles fotovoltaicos y aerogenerador que cargan un banco de baterías y suministra energía a un invernadero. A su vez, se construyó un módulo auxiliar externo para medición de temperatura y humedad en el invernadero, comunicado por RS485 y protocolo Modbus RTU con el datalogger principal. Este conjunto está instalado en un campus universitario. El datalogger envía los datos a través de Modbus/TCP a una Raspberry Pi 4B que convierte este protocolo a MQTT/TLS para dar seguridad a la transmisión de los datos, ya que el servidor con el dashboard se encuentra fuera de la red de campo. Además, se realiza un análisis de la performance del sistema híbrido eólico-solar de baja potencia.

Index Terms—sistema de monitoreo, protocolo MQTT/TLS, Modbus

I. INTRODUCCIÓN

Se describe la comunicación con capa de seguridad TLS de datos proporcionados por un equipo de registro para un sistema eólico-fotovoltaico de uso didáctico, instalado en el Campus de la Universidad Nacional de la Patagonia Austral, destinado a abastecer los consumos eléctricos de un invernadero de tipo educativo. El equipo de registro se basa en un datalogger comercial CR1000 [1] acoplado a una interfase NL115 (Ethernet + almacenamiento CF) del mismo fabricante, un módulo Raspberry Pi4B [2] y un módulo auxiliar vinculado por RS485 para medición de temperatura y humedad en el interior del invernadero. Dado que en las cercanías del Campus se encuentra una antena difusora de WiFi, se instala un equipo Ubiquiti NSM5 [3] con alimentación PoE que conecta el conjunto a Internet. La visualización y almacenamiento de los datos se realiza a través de un dashboard remoto implementado con Thingsboard [4].

II. HARDWARE

A. Características

Una versión preliminar del sistema se instaló en 2019, utilizando el teclado-display existente CR1000-KD, el almacenamiento de promedios de lecturas en tarjetas CF, y la

funcionalidad interna de un servidor HTTP programable en el datalogger, a través de una conexión directa al módulo Ubiquiti. Dicho servidor no contaba con los requisitos mínimos de seguridad, además de resultar de una funcionalidad limitada por su salida exclusivamente en forma de tablas de texto. Los requerimientos crecientes de seguridad y funcionalidad impulsaron el agregado de una unidad Raspberry Pi 4B, que se instala en el interior del gabinete original junto con un router Mikrotik [5] y un adaptador DIN-RS485 [6] con habilitación automática, para acceder a mediciones externas de temperatura y humedad dentro del invernadero. En la Figura 1 se muestra una fotografía del conjunto principal armado en un gabinete.

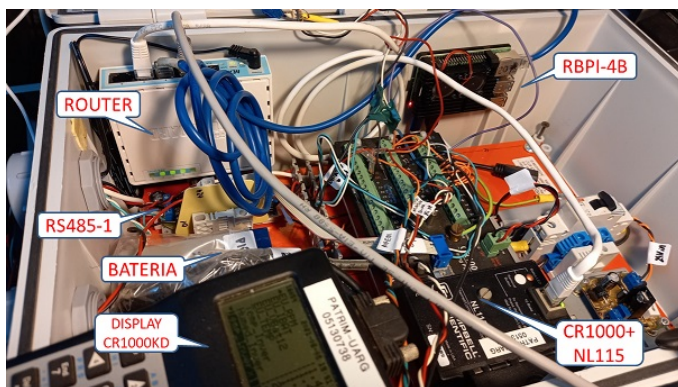


Fig. 1. Vista del Módulo Principal en ensayo.

B. Hardware del Módulo principal y vinculación externa

El desarrollo requirió que el datalogger CR1000 funcione en su lazo de control principal como maestro Modbus RTU (sobre el puerto serie a 19200 baud) para la lectura de los valores de temperatura, humedad y estado provistos por el módulo auxiliar del invernadero. En el mismo lazo se debió integrar y actualizar una tabla principal que para reunir datos del invernadero con los de viento, tensión y potencia del sistema de energía renovable. La tabla principal se actualiza con el datalogger actuando simultáneamente como esclavo Modbus

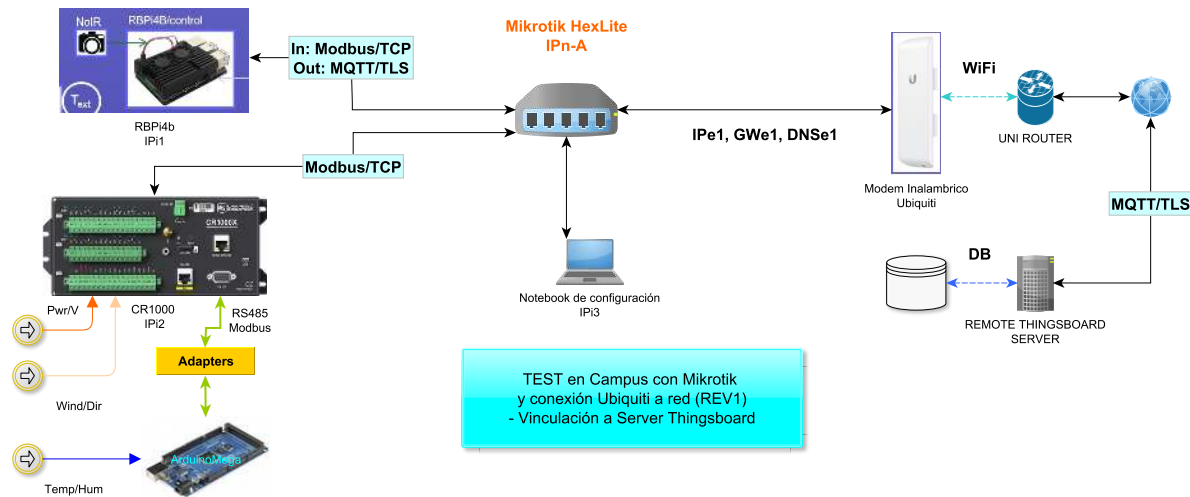


Fig. 2. Diagrama de bloques del Sistema.

TCP en el puerto 502 convencional. Dichos datos son leídos por un script en Python a intervalos regulares dentro de la Raspberry Pi y se publican vía MQTT/TLS a un servidor remoto con la herramienta de visualización y almacenamiento Thingsboard. Para que la transmisión con capa de seguridad TLS sea posible, se crearon los certificados correspondientes y se configuró adecuadamente Thingsboard.

C. Hardware del Módulo auxiliar

El módulo externo auxiliar se implementó utilizando una placa Arduino Mega 256, conectada a un sensor DHT22 con interfaz OneWire de temperatura y humedad, y se vincula con un segundo módulo DIN-RS485 de habilitación automática idéntico al del módulo principal, a través de un cableado FTP que además oficia de suministro de tensión de 12 Vcc de alimentación.

III. MODELO E INTEGRACIÓN DEL SOFTWARE

A continuación se describe el diagrama en bloques principal y su distribución.

A. Descripción del sistema y diagramas

En la Figura 2 se aprecia un diagrama de la configuración ensayada y sus bloques principales. El módulo externo mencionado se instala en el interior del invernadero y se comunica con el datalogger principal utilizando la biblioteca ArduinoModbus estándar [7], y su función ModbusRTUServer(), comportándose como esclavo del datalogger principal CR1000. Los datos del sensor de temperatura/humedad, y su estado son leídos una vez cada 2 segundos. El módulo auxiliar operando se muestra en Figura 3.

El equipo integra por lo tanto un sistema convencional de medición con una plataforma Thingsboard (versión *Community edition*), que utiliza la base de datos PostgreSQL [8] instalada en el mismo hardware. Los certificados TLS fueron creados utilizando la herramienta *keytool* [9] para sistemas operativos GNU/Linux.

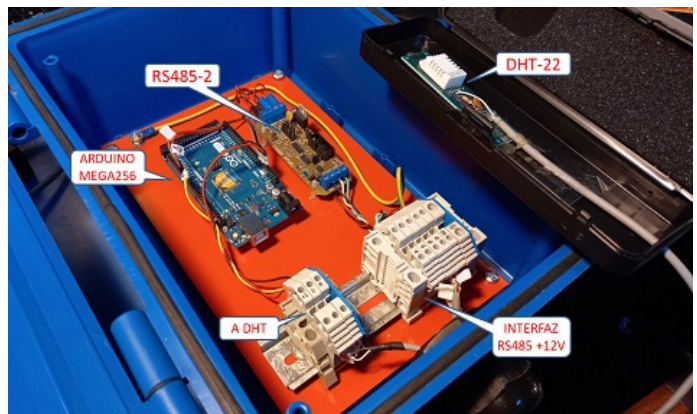


Fig. 3. Módulo auxiliar con sensor T/H en funcionamiento.

B. Interfaz con el usuario

La interfaz con el usuario se logra a través de una página web donde se encuentra el dashboard. Para este caso de uso se instaló Thingsboard que es una plataforma de IoT de código abierto que permite la gestión de las comunicaciones, el almacenamiento y la visualización de los datos que provienen de los sensores u otros dispositivos que formen parte del sistema. Sus características más importantes son:

- visualización de datos a través de paneles configurables.
- activación de alarmas por procesamiento de eventos.
- diálogo con los dispositivos remotos conectados.
- arquitectura basada en microservicios.
- posibilidad de utilizar cadenas de reglas para implementar características propias.
- bibliotecas de widgets disponibles.

Al poseer Thingsboard una arquitectura orientada a microservicios, dispone de múltiples escenarios de despliegue. Dada la sencillez de esta aplicación se optó por un escenario con un único servidor y base de datos integrada en el mismo

hardware. Esta configuración, es adecuada hasta para 300.000 dispositivos enviando hasta 10.000 mensajes por segundo.

IV. ENSAYOS

Los ensayos preliminares se han realizado con sensores de viento anemométricos de pulsos FST200 y Veleta FR (FirstRate [10]), para cuyas lecturas se han adaptado las constantes de calibración en el programa principal del datalogger CR1000 (en CRBasic), reemplazando las constantes de los Thies [11] originales. Dichos sensores de bajo costo están instalados afuera del laboratorio de prueba como se muestra en la Figura 4. Además, se han incorporado las lecturas de temperatura / humedad del módulo externo.



Fig. 4. Sensores externos del laboratorio.

Concluidos dichos ensayos resta la integración e instalación definitiva en el predio. En la Figura 5 se muestra una captura de pantalla de panel Thingsboard con los datos de viento y dirección registrados.

En la parte final del dashboard, Figura 6 se incorporan los datos obtenidos del modulo externo via RS485 a 19200 baud, que escribe periódicamente tres "holding registers" (temperatura, humedad y status) en una tabla interna, que es accedida por el datalogger CR1000.

V. CONCLUSIONES

Se ha avanzado en la implementación de un sistema para vincular un datalogger comercial a través de MQTT/TLS con un servidor remoto Thingsboard, logrando monitoreo y



Fig. 5. Captura de pantalla Thingsboard con datos de sensores de viento.

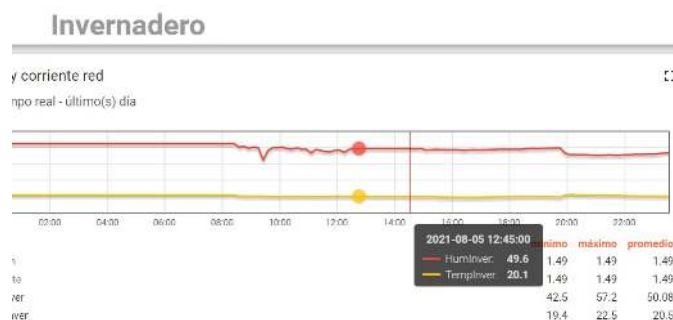


Fig. 6. Captura de Thingsboard con datos de sensores de T/H.

persistencia de datos para medición del recurso eólico y el relevamiento de la performance de un sistema híbrido eólico-solar de baja potencia en un campus universitario. Se espera que los resultados contribuyan a la implementación de este tipo de sistemas en instalaciones educativas similares.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la UNPA (Instituto de Tecnología Aplicada - UARG), al CIT-Santa Cruz (CONICET) y al OES (Observatorio de Energía y Sustentabilidad) de la Universidad Tecnológica Nacional - FRRO (Facultad Regional Rosario).

REFERENCIAS

- [1] Datalogger CR1000 - Campbell Scientific CSI <https://www.campbellsci.com/cr1000>
- [2] Raspberry Pi 4B (2020) <https://www.raspberrypi.org/products/raspberry-pi-4-model-b/>
- [3] Ubiquiti NanoStation (2019) <https://www.ui.com/airmax/nanostationm/>
- [4] Thingsboard Community Edition (2021) <https://thingsboard.io/>
- [5] Mikrotik HexLite Routers (2021) <https://mikrotik.com/product/RB750r2>
- [6] DIN-RS485 Adaptors User Guide LyR Ing. (2021) https://www.lyringenieria.com.ar/wp-content/uploads/2021/08/UserGuide_DINRS485board_v1den.pdf
- [7] Arduino Modbus Standard Library (2019) <https://www.arduino.cc/en/ArduinoModbus/ArduinoModbus>
- [8] PostgreSQL Open Source Database (2021) <https://www.postgresql.org>
- [9] KeyTool - Oracle Java Platform Tools Reference (2021) <https://docs.oracle.com/javase/8/docs/technotes/tools/windows/keytool.html>
- [10] FirstRate Sensor / Hunan (2021) <http://www.firstsensor.com.cn/product/110.html>
- [11] Thies FirstClass Wind Sensors (2021) <https://www.thiesclima.com/en/Products/Wind-First-Class/>