

Internet de las cosas aplicado a Generación Distribuida

MARCOS POLITI



Internet de las cosas aplicado a Generación Distribuida

MARCOS POLITI





MARCOS POLITI

Internet de las cosas aplicado a Generación Distribuida



EDITORIAL AUTORES DE ARGENTINA

Politi, Marcos

Internet de las cosas aplicado a Generación Distribuida / Marcos Politi. -
1a ed. - Ciudad Autónoma de Buenos Aires : Autores de Argentina, 2021.

Libro digital, EPUB

Archivo Digital: descarga y online

ISBN 978-987-87-1999-3

1. Desarrollo Tecnológico. I. Título.
CDD 004.678

EDITORIAL AUTORES DE ARGENTINA

www.autoresdeargentina.com

info@autoresdeargentina.com

Queda hecho el depósito que establece la LEY 11.723

Impreso en Argentina - *Printed in Argentina*

Tabla de contenidos

[Dedicado](#)

[Agradecimientos](#)

[RESUMEN](#)

[ABSTRACT](#)

[CAPÍTULO 01 - INTRODUCCIÓN](#)

[1.1. REDES ELÉCTRICAS INTELIGENTES](#)

[1.2. COMPONENTES Y TECNOLOGÍA](#)

[1.3. INFRAESTRUCTURA AVANZADA DE MEDICIÓN](#)

[CAPÍTULO 02 - ESTADO DEL ARTE](#)

[2.1. PROYECTO DE REDES INTELIGENTES CON ENERGÍA RENOVABLES \(PRIER\)](#)

[2.2. CIUDADES ENERGÉTICAMENTE INTELIGENTES](#)

[2.3. INTERNET DE LAS COSAS EN REDES ELÉCTRICAS INTELIGENTES](#)

[2.4. ACTORES VINCULADOS A LAS REDES ELÉCTRICAS INTELIGENTES](#)

[2.5. INFRAESTRUCTURA IoT EN REDES INTELIGENTES](#)

[2.6. INTERNET OF ENERGY \(IoE\)](#)

[2.7. NORMATIVAS](#)

[2.8. MARCO REGULATORIO](#)

[2.9. TECNOLOGÍAS UTILIZADAS EN IoE](#)

[2.9.1. LPWAN](#)

[2.10. TECNOLOGÍAS](#)

[2.10.1. Tecnología SigFox](#)

[2.10.2. Tecnología LoRa](#)

[2.11. Características de los dispositivos con tecnología LoRa](#)

[2.12. Topología LoRaWAN](#)

[2.13. Comparación con tecnología Narrow Band - IoT \(NB-IoT\).](#)

- 2.14. Comparación con tecnología GPRS.
- 2.15. Comparación con áreas de tecnología IoT.
- 2.16. Implementaciones industriales con LoRa usando protocolo MODBUS.

CAPÍTULO 03 - DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

CAPÍTULO 04 - SOLUCIÓN PROPUESTA

CAPÍTULO 05 - MATERIALES Y MÉTODOS. En colaboración con Ezequiel Aksman y Andrés Niño.

5.1. PRIMER COMPONENTE DEL SISTEMA: HARDWARE GTW INV FV

5.1.1. PRUEBA DE CONECTIVIDAD HACIA EL INVERSOR A TRAVÉS DE UN EMULADOR DE PC: CONEXIÓN AL INVERSOR SMA SUNNY SB15

5.1.2. PRUEBA DE LECTURA DE REGISTROS

5.1.3. LIBRERIAS DE MANEJO DE MODBUS

5.1.4. FIRMWARE GTW INV FV

5.2. SEGUNDA COMPONENTE DEL SISTEMA: PLATAFORMA ONLINE

5.2.1. DESPLIEGE DE MAQUINA VIRTUAL: AWS VIRTUAL MACHINE (VM).

5.2.2. INSTANCIAS

5.2.3. CONEXIÓN SSH

5.2.4. PuTTY

5.2.5. INSTALACIÓN DE NODE RED

5.2.6. SEGURIDAD NODE-RED

5.2.7. INSTALACIÓN APACHE

5.2.8. FILEZILLA

5.3. PROTOCOLO UTILIZADO HACIA PLATAFORMA WEB: MQTT

5.3.1. CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

5.3.2. PRUEBAS SOBRE BROKER MQTT EN INTERNET: CLOUDMQTT

5.4. TERCER COMPONENTE DEL SISTEMA: GTW ETH

5.4.1. HARDWARE GTW ETH

CAPÍTULO 06 - RESULTADOS Y DISCUSIÓN

CAPÍTULO 07 - CONCLUSIONES RECOMENDACIONES Y
FUTURAS LINEAS DE ACCIÓN

CAPÍTULO 08 - ANEXOS

ANEXO A

8.1. Listado de materiales

ANEXO B

8.2. Librería aplicada al proyecto.

8.3. DETALLE DE LAS FUNCIONES DE LAS LIBRERIAS

8.4. VARIABLES DE LA CLASE MODBUS.

8.4.1. Públicas

8.4.2. Privadas

ANEXO C

8.5. Firmware GTW INV FV

ANEXO D

8.6. FIRMWARE DE GTW ETH

CAPÍTULO 09 - BIBLIOGRAFÍA

DEDICADO

A mi abuela Clementina Ortiz y mi abuelo Giovanni Simcich, a quienes extraño, gracias por su esfuerzo y dedicación por la familia, nos facilitaron las cosas a quienes les seguimos en esta vida.

A mi madre, Cristina María Simcich, gracias por tu amor y enseñanza.

A mi compañera Mayra, gracias Mayri por tu amor, por compartir tu vida conmigo y por tu apoyo diario.

A mi pequeño sobrino Valentín.

A Tota, Rolo y Pocha, gracias por alegrarme todos los días.

AGRADECIMIENTOS

Al Instituto Nacional de Tecnología Industrial, por permitirme desarrollar en un área que me apasiona.

A un profesional que admiro, el Dr. Héctor Manuel Laiz, por su apoyo, enseñanza, y experiencia transmitida.

A Ezequiel Aksman, por su disposición y colaboración en el desarrollo del PCB.

A Andrés Niño, por su colaboración en el desarrollo del firmware, las pruebas cotidianas y sus ganas.

RESUMEN

Este trabajo describe una solución para la integración de datos en un ecosistema multiplataforma de fuentes de generación distribuida sobre una red eléctrica inteligente, con inyección de energía renovable implementado con el servicio EC2 de Amazon Web Service, y equipos recolectores de datos conectados a los convertidores CC/CA, que comunicarán los parámetros de generación utilizando tecnologías de largo alcance con baja potencia implementadas en LoRa. La plataforma desarrollada sobre NodeRed, permite visualizar los datos a través del sistema de nombre de dominio (DNS).

ABSTRACT

This work describes a solution for the integration of data in a multiplatform ecosystem of distributed generation sources on a smart grid, with injection of renewable energy implemented with the EC2 service of Amazon Web Service, and data collection equipment connected to DC/AC converters, which will communicate the generation parameters using low-power long-range technologies implemented in LoRa. The platform developed on NodeRed allows the data to be viewed through the domain name system (DNS).

CAPÍTULO 01

INTRODUCCIÓN

1.1. REDES ELÉCTRICAS INTELIGENTES

Una red eléctrica inteligente (REI) es un nuevo concepto que hace referencia a una posible virtud de una red eléctrica de tipo convencional (RE), este concepto comenzó a tratarse en los inicios del 2000.

Si bien existe definiciones diferentes sobre qué es exactamente una red inteligente, en distintos países, incluyendo dentro de esta definición los distintos grados de entendimiento de inteligencia de una red, todos coinciden en el siguiente aspecto, **“Una red inteligente es una red del tipo convencional a la cual se le agrega tecnología electrónica”**, de aquí en adelante el concepto de las nuevas tecnologías de información y comunicación (TICs), adquieren un valor preponderante dentro de la inteligencia, de dicha red.

Dentro de los objetivos principales del concepto de una REI está, el poder auto administrarse. Está claro que este tipo de implementaciones no está al alcance de cualquier RE, sino que para poder llegar a esto es necesario que la misma adquiera un grado de madurez tal que permita implementar las TICs.

En la gran mayoría de los países existe ya una REI, en la red de generación y transmisión de potencia, no obstante, a nivel distribución en baja potencia, existen pocos casos de este tipo.

El advenimiento de nuevas tecnologías como internet of things (IoT), Big Data, y Machine Learning, brindan nuevas herramientas para administrar estas REI Con estos nuevos conceptos aparecen además nuevas tecnologías de hardware y software, en muchos casos abiertos y libres, como es el caso de sistemas operativos de tiempo real libres, Free RTOS, del inglés Free Real Time Operative System.

Es de esperar que estas nuevas tecnologías realicen un aporte de valor, para finalmente poder conseguir una red verdaderamente inteligente.

1.2. COMPONENTES Y TECNOLOGÍA

El sector eléctrico se encuentra transitando cambios sustanciales en estos tiempos, lo cual está provocando un replanteo del sistema y de sus infraestructuras a nivel global.

Las razones que están impulsando este cambio son múltiples, e incluyen consideraciones tanto a nivel local como global, de entre las cuales podemos destacar aquí algunas de ellas: la necesidad estratégica de diversificación en las fuentes de energía, el creciente desarrollo de las fuentes de energía renovables, los cambios en las necesidades de consumo energético del usuario, y el aumento de los niveles de calidad exigidos en la energía que llega al cliente.

Este contexto genera una coexistencia, cada vez mayor, entre la generación convencional y la generación distribuida, conocida como recursos energéticos distribuidos (REDs).

Esta tendencia va aumento con los años, y exige que el sistema evolucione a un modelo diferente y mucho más tecnológico, mucho más inteligente, conocido como Smart Grid (SG), o Red Eléctrica Inteligente (REI), la Guía AEA 92559 (Asociación Electrotécnica Argentina,2017) en Argentina, la define como

“La conjunción de la red eléctrica tradicional con tecnologías modernas de la información y comunicación, que permite integrar datos provenientes de los distintos puntos de la cadena eléctrica, desde el generador hasta el usuario final; y transformarlos en información y acciones que lleven a una mejora en su gestión. Su objetivo es elevar la eficiencia, confiabilidad, sustentabilidad, calidad de servicio y producto, para hacer frente a los nuevos desafíos de múltiples generadores diversos y estilos de consumo.” [1]

Analizando cada una de las frases podemos observar la necesidad de la Internet de las cosas y todos sus tecnologías y conceptos relacionados, aplicados para la administración de la red.

Una red inteligente, según AEA 92559, **“permite integrar datos”**, de aquí se puede desprender necesidades de procesamiento de grandes cantidades de datos, big data.

En una red inteligente, según AEA 92559, es necesario obtener datos medidos, **“provenientes de los distintos puntos de la cadena eléctrica”**, para ellos es necesario contar con dispositivos adaptados para esta función, pero sobre todo habla de dispositivos distribuidos en la red, IoT propiamente dicho.

Para finalmente, en una red inteligente según AEA 92559, **“poder transformar estos datos en información y acciones que lleven a una mejora en su gestión”**, orientándose claramente a la necesidad de la autogestión de la red.

Las consideraciones anteriores han traído como consecuencia un aumento de la complejidad en la gestión del sistema eléctrico, sobre todo en las áreas de distribución, donde el planteamiento de un modelo pasivo de consumo energético está dando paso a un aumento de la penetración de REDs y de la existencia de flujos de energía bidireccionales.

Para ello será necesario que el equipamiento que forma parte de las REI satisfaga estas nuevas necesidades, que en muchos casos van más allá de la propia electrónica de potencia.

Es este escenario donde los Dispositivos Electrónicos Inteligentes (DEI) cobran un valor fundamental, integrando los requisitos energéticos de una comunidad o ciudad, con las bondades y funcionalidades de los sistemas electrónicos existentes en el mercado.

Para el diseño de un DEI, es necesario en muchos casos sistemas embebidos en microcontroladores y/o microprocesadores capaces de poder manejar datos, y con gran capacidad de procesamiento, capaces además de poder comunicarse a distancias lejanas desde los puntos de toma de muestra y control de dicho dispositivo.

Pero más allá de las prestaciones que sean necesarias para este DEI, es necesario respetar ciertas características de los mismos, para poder satisfacer a los retos de la tecnología

Algunos de estos son:

- i. Interacción en tiempo real entre el equipo y los sistemas cloud remoto para la gestión del sistema, así como con diferentes entidades que estén dentro del área de distribución.
- ii. Integrabilidad, para poder vincularse en un sistema heterogéneo.

Una red inteligente vincula dos capas, una física, la capa de Potencia y otra de comunicación que podría ser subdividida a su vez, en una capa de comunicaciones propiamente dicha y una capa informática.

Existen distintos aportes de una REI a una RE, dentro de las más importantes se encuentra la bi-direccionalidad. Cuando hablamos de bi-direccionalidad, es decir al fluir de magnitudes en ambas direcciones, nos referimos a dos parámetros destacados, la energía eléctrica y los datos.

La infraestructura de una REI, es construida para establecer un medio de enlace de comunicaciones, que en muchos casos es compartido también por la energía eléctrica, dentro del medio de enlace de comunicación es posible establecer datos para medición, monitoreo, administración y control.

Existen definiciones alternativas de lo que es una REI en el mundo, por ejemplo, el Instituto de Investigación de Energía Eléctrica de los Estados Unidos (EPRI), brinda una nueva definición a la red inteligente. Definieron la red inteligente como una integración de tecnologías eléctricas y de información en la red eléctrica.

Sin embargo, una breve y amplia definición de una REI es la que brinda la IEEE, “Una Smart Grid abarca la integración de las distintas tecnologías de energía, comunicaciones e información para una infraestructura de energía eléctrica mejorada que sirve a las cargas y proporciona una evolución continua de las aplicaciones de uso final”. [5]

Además, proporciona las comparaciones entre una red eléctrica convencional y una red eléctrica inteligente.

TOPICO	Red Eléctrica	Red Eléctrica Inteligente
Método de generación	Centralizado	Descentralizado/Generación distribuida

Monitoreo	Manual	Auto monitorización
Medición	Electromecánica/Digital	Digital
Métodos de control	Limitados y pasivos	Activos
Transductores	Sensores limitados	Ilimitados
Comunicación	Unidireccional	Bidireccional
Inyección de Energía	Unidireccional	Bidireccional
Restauración del servicio	Manual y local	Auto restauración
Arquitectura de red	Radial	Red

[2] Cuadro comparativo entre una red eléctrica convencional y una inteligente.