

Monitoreo a Distancia de Centros de Transformación Eléctrica Smart Grid

Luis Álvarez¹, Gustavo Mercado², Evaristo Martinez¹, Roberto Martinez¹,
Martin Ruiz¹, Claudio Gonzalez¹, Sebastián Tobar², Ariel Verdejo²

¹IRESE - Instituto Regional de Estudios Sobre Energía
Departamento de Electromecánica / Facultad Regional Mendoza / UTN
alvarez.irese@frm.utn.edu.ar

²gridTICs – Grupo en Tecnologías de la Información y las Comunicaciones
Departamento de Electrónica / Facultad Regional Mendoza / UTN
{gustavo.mercado, sebastian.tobar, ariel.verdejo}@gridtics.frm.utn.edu.ar

Resumen

Los grandes aprovechamientos de generación requieren inversiones muy grandes y además afectan considerablemente el medio ambiente. Esto ha llevado a desarrollar la incorporación de energías renovables en los sistemas de distribución domiciliaria; las fuentes de energía más comunes son: Paneles Fotovoltaicos Domiciliarios o Pequeños Parques Fotovoltaicos, Mini-centrales de Generación Hidráulica y la Generación Eólica

Este novedoso régimen de generación produce grandes variaciones de voltaje en los alimentadores, que deben ser analizadas, mediante flujos de carga, para determinar el uso de métodos paliativos y correctivos de la anomalía, tales como la inyección de potencia activa y reactiva. Cada alimentador está conformado por una cierta cantidad de transformadores de consumo domiciliario, cuyas potencias varían dependiendo de los usos y tipo de usuario. Por este motivo es necesario contar con un dispositivo electrónico económico que permita transmitir información a distancia de los diferentes parámetros eléctricos más relevantes de manera inalámbrica

Este trabajo se describe un sistema prototipo, de adquisición y tratamiento de datos característicos de los alimentadores y transformadores de una red de distribución eléctrica. El sistema estará conformado por elementos de bajo costo de sensado,

transmisión y almacenamiento de información en la modalidad de “Internet de las Cosas”.

También contará con un sistema de software de análisis de comportamiento de la red.

Palabras Clave: Smart Grid, Supervisory Control And Data Acquisition, Uso Racional de la Energía, Energías no Convencionales, Internet de las Cosas

Contexto

El presente trabajo está inserto en el proyecto de investigación acreditado por la Universidad Tecnológica Nacional código ENUTNME0005396 denominado “Monitoreo a Distancia de Centros de Transformación - Smart Grid”.

1. INTRODUCCIÓN

Los grandes aprovechamientos de generación requieren inversiones muy grandes y además afectan considerablemente el medio ambiente. Esto ha llevado a desarrollar la inclusión de energías renovables en los sistemas de distribución domiciliaria, la tensión de distribución puede ser generalmente en 13,2 kV ó 33 kV y las fuentes de energía más comunes que nos encontramos en nuestra región son: Paneles fotovoltaicos domiciliarios o pequeños parques fotovoltaicos que no superan los 10 MW, mini-centrales de generación hidráulica y la generación eólica [1].

Todas ellas de potencias bajas acordes a los

límites de potencias a transmitir en esos niveles de voltaje. Debido a su intermitencia de generación es conveniente su monitoreo permanente y la manera que afecta a la red de distribución.

Durante su funcionamiento ayudan a la red domiciliaria a mejorar niveles de voltaje y liberar capacidad de transporte de los alimentadores debido a que ahora la energía no proviene de la red, por lo que es inyectada por estas fuentes de energía en el mismo alimentador; también estas fuentes de energía durante las cargas máximas del alimentador puede que no estén disponibles, ya que no se dispone de la energía solar de 18 a 9 hs y existe una probabilidad elevada de que la generación eólica no se encuentre disponible durante la noche quedando así solamente la energía de las minicentrales hidráulicas. Este régimen de generación produce grandes variaciones de voltaje en el alimentador que deben ser analizadas mediante flujos de carga para sensibilizarse con la inclusión de estos tipos de generación distribuida que son provocadas por la inyección de potencia activa y reactiva de las mismas, que actúan en forma positiva mejorando los niveles de voltaje y las pérdidas. Estas se modifican en forma negativa cuando la generación distribuida se encuentra fuera de servicios por los motivos indicados anteriormente. Cada alimentador está conformado por una cantidad de transformadores de consumo domiciliario de potencias que varían entre 80 kVA y 630 kVA, dependiendo si es en lugares más alejados (zonas rurales) o con alta densidad de población (zonas urbanas). Por este motivo es necesario contar con un dispositivo electrónico económico que permita transmitir información a distancia de los diferentes parámetros eléctricos más relevantes de manera inalámbrica desde transformadores de distribución hasta un nodo central que recopile y procese la información de los diferentes centros de distribución [2]. El proyecto inicial consiste en tomar un alimentador de referencia con todos sus transformadores y monitorear a distancia los parámetros eléctricos más relevante como lo son: Voltaje, Corriente, coseno de ϕ , estado

de carga y sensado de movimiento del transformador. El sistema planteado nos permitirá obtener información sobre el desequilibrio de fases (Desbalance de corrientes), sensado de movimiento por motivos de robo, sobrecarga de los mismos, determinación de la vida útil a partir de los valores de sobrecarga y tiempo de duración de la misma, determinación del estado de energización de los equipos y alimentadores, estadística de falla del sistema, que permite determinar parámetros que miden la calidad del servicio y determinación de pérdidas en la transmisión, las cuales se determinan mediante el uso de programas de flujo de carga. El IEC recomienda el uso de dispositivos estandarizados para estas tareas de gestión y control [3]. Con esos datos obtenidos y transmitidos a una central se puede llegar a conocer como re-configurar el alimentador dependiendo del estado de carga y del desequilibrio de las fases. Además conocer el lugar exacto de una falla, como los valores de los parámetros al momento de la misma también consecuentemente poder actuar rápidamente en caso de falla y/o robo de transformador. Con todos esos datos almacenados poder usar modelos matemáticos y poder analizar de manera real cómo se comporta la curva de vida de los diferentes transformadores.

Este proyecto propuesto también propone el desarrollo de ingeniería en electrónica y de comunicación a muy bajo costo en las áreas de electrónica y comunicación eficiente y a muy bajo costo, bajo el esquema de Smart Grid, como la Red Inteligente, considerada como la próxima generación red eléctrica, utiliza flujos bidireccionales de electricidad e información para crear una red automatizada de suministro de energía ampliamente distribuida [4].

Antecedentes

Este proyecto es continuación del proyecto FONARSEC 2013. Denominación: "Red inteligente ciudad Gral San Martín Mendoza", Proyecto FITS Energía 2013 - UREE. Proyecto 13, Resolución N° 470/14 financiado por el Fondo sectorial de energía.

Participantes: CAPP (EDESTA, EMESA y UTN FRM), con vigencia desde el 1/1/2015 hasta el 31/12/2019 [5][6][7].

Al cabo de los tres primeros años del proyecto se cuentan con los resultados siguientes:

Parque de 5000 medidores inteligentes tanto monofásicos como trifásicos instalados en clientes finales residenciales, comerciales, industriales, de alumbrado público y de riego agrícola, integrados a una red de comunicación y reportando a un sistema de recolección y administración de datos que permita: Gestión de la telelectura de los mismos, recibir avisos y eventos, controlar la suspensión y reanudación del suministro, y aportar datos para avanzar con los desarrollos, estudios, sistemas, integraciones, optimizaciones.

Planta de generación fotovoltaica de 2MW instalada y funcionando interconectada a la red de distribución en Media Tensión de EDESTA S.A. telecontrolada, telemidida y telesupervisión, y con cuatro módulos de autogeneración de bajas potencias (5 a 15 KW) interconectados a la red de distribución de Baja Tensión instalados y funcionando en edificios públicos en la zona.

3. OBJETIVOS y AVANCES DEL PROYECTO

Debido a la actual crisis energética que atraviesa nuestro país es necesario desarrollar tecnología y sistemas de información de bajo costo que permitan operar y monitorear la red eléctrica de distribución, con el objetivo de alcanzar mejoras en la distribución de carga con alto factor de eficiencia, disminuyendo los ciclos de falla y mejorando sustancialmente la calidad de servicio brindada a los usuarios.

El proyecto de investigación tiene como objetivos principales lo siguiente:

1. Desarrollar un sistema de bajo costo que permita monitorear a distancia los parámetros eléctricos de los transformadores de distribución y alimentadores menores a 5 MVA, para poder operar de manera eficiente la red de distribución local.

2. Almacenar, en una base los datos, la información obtenida para realizar estudios numéricos de análisis de fallas, flujos de carga, análisis de cortocircuito y diagramas de estabilidad de la red.

3. Poder conocer de manera precisa el estado de la red y en caso de falla la ubicación exacta de la misma poder actuar de manera más rápida y eficiente

Avances del Proyecto

Para llevar adelante el proyecto de investigación, deberá dividirse en dos grandes etapas más significativas [8]:

- 1 Relevamiento de la red de distribución local:

- A. Como primera instancia de debe acordar, mediante convenios, con una empresa distribuidora de energía eléctrica local, para que brinde información de sus instalaciones existentes y de sus características.

- B. Realizar el relevamiento de factibilidad en un alimentador determinado en media tensión (13,2 KV) con los transformadores de distribución incluidos en las aguas abajo.

- C. Tomar mediciones de los parámetros eléctricos más relevantes y volcarlos a una base de datos para luego analizarlos con diferentes modelos matemáticos y físicos.

- 2)- Diseño del sistema lógico para el monitoreo a distancia [9].

- D. Diseño de equipos remotos de bajo costo para la transmisión de datos a distancia, en la modalidad de Internet de las Cosas.

- E. Determinación del medio y protocolo de comunicación a utilizar.

- F. Diseño de un modelo matemático para estudios estadísticos de análisis de falla y vida de los transformadores de distribución.

- G. Diseño de un software SCADA para recopilar esa información y poder visualizarla de manera adecuada desde una sala de control.

4. FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS

Uno de los principales objetivos del proyecto es la capacitación de los recursos humanos.

La meta como investigadores es fortalecer la capacidad para realizar investigación científica, generar conocimientos y facilitar la transferencia de tecnología que permita el desarrollo humano.

Este proyecto de investigación posibilitará la colaboración inter-institucional y la ejecución de proyectos conjunto entre grupos I+D de diferentes disciplinas.

Para lograr estos objetivos se dispuso del siguiente personal:

Dos Investigadores formados
Tres Investigadores de apoyo
Dos Becarios graduado (Beca BINID UTN)
Dos Becarios alumnos (Beca alumno UTN)
Un Tesista de carrera de grado

Adicionalmente se realizarán tareas, como:

- Dictado de Cursos, Seminarios y Conferencia para público especializado.
- Promoción, coordinación y asistencia técnica de tesis de grado para alumnos de la FRMza.
- Promoción, coordinación y asistencia técnica a pasantes alumnos, cursantes de carreras de grado y de pre-grado en el ámbito de la UTN FRMza.
- Presentación de Trabajos en Congresos y Reuniones Técnicas/Científicas.
- Publicación de Trabajos en revistas con/sin referato.
- Publicación de todo el código fuente desarrollado en el presente proyecto, en plataformas abiertas como github.

5. BIBLIOGRAFÍA

[1] Qing-Chang Zhong, "Distributed Energy Resource – How to Achieve Completely Autonomous Power in the Next Generation of Smart Grid", IEEE Smart Grid Compendium, 2015.

[2] F. Borges and M. Mühlhäuser, "EPPP4SMS: Efficient Privacy-Preserving

Protocol for Smart Metering Systems and Its Simulation Using Real-World Data"

TRANSACTIONS ON SMART GRID
NOVEMBER 2014 VOLUME 5 NUMBER 6
ITSGBQ (ISSN 1949-3053)

[3] IEC, "Coping with the Energy Challenge The IEC's role from 2010 to 2030 Smart electrification - The key to energy efficiency" International Electrotechnical Commission ISBN 978-2-88912-890-7, 2010

[4] Xi Fang, Satyajayant Misra, Guoliang Xue, and Dejun Yang, "Smart Grid – The New and Improved Power Grid: A Survey" IEEE COMMUNICATIONS SURVEYS & TUTORIALS, VOL. 14, NO. 4, FOURTH QUARTER 2012

[5] G. Mercado et al "SG-SM - Smart Grid San Martín. Red de Distribución y Generación de Energía Inteligente.en Ciudad Gral San Martin Mendoza" XVII Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación - WICC 2015, Salta 16-17, Abril 2015

[6] G. Mercado, J. Da Peña, G. Vivone, M. Ledda, R. Caceres, C. Taffernaberry, S. Pérez, L. Álvarez, A. Arena, G. Henderson, M. Funes, J. Catalá, "Diseño, Implementación y Análisis de Red de Distribución Inteligente y Generación Distribuida de Energía", Anales de CIIS 2016, May 2016, Universidad de Córdoba, Córdoba.

[7] A. P. Arena, L. Álvarez, J. Da Peña, R. Stasi, G. López, A. Burlot, L. Barnabo, M. Ledda, R. Caceres, C. Taffernaberry and G. Mercado, "Diseño, Implementación y Análisis de una Red Eléctrica Inteligente (Smart Grid)", Anales del ENIDI 2017, Mendoza 22 al 24 de Noviembre 2017

[8] A. Álvarez y E. Martinez "PID Monitoreo a Distancia de Centros de Transformación. SMART GRID" UTN FRM, SCTyP. 2018

[9] G. Mercado, S. Tobar, C. Taffernaberry y A. Verdejo "nod-e²sg-sigfox: Nodo AMI IoT para Smart Grid en Sigfox", Memoria Técnica PID5396 - IRESE/gridTICs UTN FRM, 2019