

Sistema de medición para micro-red IEEE 13 nodos escalada a 42V

Carelys Pérez Betin, Carlos Pernet

Universidad del Norte, Colombia, Carelysp@uninorte.edu.co, Cepernet@uninorte.edu.co

Resumen— Los sistemas de generación distribuida (DG) se han convertido en un tema de estudio durante varios años. Dichos sistemas requieren integrar diversas fuentes de generación en los sistemas eléctricos, sin afectar la estabilidad y garantizando una óptima operación. Por esto, se ha incrementado el estudio de diferentes conceptos y tecnologías asociados a las micro-redes, las cuales permiten dicha integración. También es necesario realizar estudios en la medición, monitoreo y control de micro-redes, por medio de sistemas eficientes y una serie de tecnologías de sensores e instrumentos de medida y comunicación económicamente viables.

Este artículo propone un sistema de medición para un modelo de micro red (IEEE 13) escalado a 42V, a fin de adaptar o diseñar dispositivos electrónicos que se ajusten a las condiciones eléctricas del sistema, que sean económicos y que estén en capacidad de recolectar y transmitir de forma inalámbrica datos a un NOC (Network Operation Center). El sistema medirá valores de tensión y corriente de manera que se pueda estimar el estado del sistema. Se evaluará y validará el funcionamiento del prototipo aplicado en la micro-red IEEE de 13 nodos disponible en los laboratorios de la Universidad del Norte. El desempeño del sistema de medición se validará comparando los resultados con dispositivos estándar de medida. Se evaluará también la efectividad en la transmisión de los datos, verificando que todos lleguen correctamente al destino.

Palabras claves—Micro-red, Sistema de medición, transmisión de datos.

I. INTRODUCCIÓN

El objetivo de este artículo es presentar el desarrollo de un sistema de medición y un sistema de comunicación para una micro-red IEEE 13 nodos que permita la transmisión de los datos medidos a un NOC. Las redes inteligentes o micro-redes, son de gran importancia hoy en día, en las redes de electricidad para satisfacer la demanda creciente [1].

A fin de proporcionar un suministro de electricidad seguro, económico y sostenible se hace necesario el control y monitoreo de dichas redes por medio de sistemas de comunicación y de medida, facilitando la supervisión del transporte de energía eléctrica, el comportamiento y las acciones de todos los actores conectados a ellas.

Este documento se encuentra enmarcado en el diseño y construcción del sistema de medidas de las variables Tensión (V) y Corriente (A), y un sistema de comunicaciones para la transmisión de los datos medidos a una computadora y mostrarlos en pantalla. Para esto se desarrolla un algoritmo que permita la lectura, almacenamiento y visualización de los datos. Con este artículo se pretende mostrar la implementación del sistema de instrumentación en la micro-red como un

prototipo para el desarrollo de prácticas de laboratorio de la Universidad del Norte, para la formación académica de los estudiantes del programa de ingeniería eléctrica.

II. ESTADO DEL ARTE

Las micro-redes vienen siendo estudiadas como una alternativa de solución para entregar la potencia de formas más eficientes, respondiendo a un amplio rango de condiciones y eventos que pueden ocurrir en cualquier parte de una red. Desde el punto de vista práctico se destacan entre los componentes esenciales de una Micro-red además de las nuevas tecnologías de generación, dispositivos electrónicos, mediciones avanzadas, nuevas estructuras de telecomunicaciones, estrategias de automatización y despacho, el uso de sistemas de monitoreo y control, seguridad de la red y respuesta de la demanda [2].

Con base en esto, las etapas de medición y de control en los procesos permiten identificar zonas donde se pueda optimizar dicho proceso con el fin de hacerlo más eficiente. Es por esta razón que se vuelve importante que las unidades y sistemas productivos tengan asociado un sistema de instrumentación y control con el fin de optimizar el proceso que se lleve a cabo.

Dentro del marco del desarrollo de los sistemas de generación distribuida, tanto en el ámbito industrial como académico, los sistemas de medición cobran especial importancia. Por esto se requiere desarrollar modelos y esquemas que permitan realizar una correcta implementación en la industria. Para realizar esto se necesitan sistemas de medición seguros, confiables y cómodos para un operario. Un ejemplo similar se muestra en [2] donde se presenta un sistema de comunicaciones basado en sensores inalámbricos que permita toma de decisiones necesarias para el control del sistema en una micro-red en modo 'isla'.

Así también, distintas tecnologías se han desarrollado para la medición de las variables eléctricas de corriente y tensión en diferentes sistemas. Un ejemplo es el dispositivo Mooshimeter, el cual mide tensiones de hasta 420 VAC y corriente de hasta 10A, de pequeño tamaño y que transmite la información vía Bluetooth [3]. Otros ejemplos son el FLUKE 1734 [4], que entrega al usuario la posibilidad de analizar el estado de la red en tiempo real y permite comunicaciones externas por medio de USB, Wi-Fi y Bluetooth. Adicionalmente el Unit-T UT 70D [5], que ofrece la posibilidad de exportar los datos por medio de una salida serial y mide tensiones de 1000V AC y corrientes de 10A AC.

Por último, en cuanto a la transmisión de información requerida para permitir un monitoreo remoto de la micro-red se vuelve pertinente la implementación de un sistema de transmisión de datos o comunicaciones, que sirva como enlace de comunicación entre el laboratorio y el centro de monitoreo. Para esto se han implementado sistemas de comunicación en micro-redes usando instrumentos como PLCs, Smart meters y Zig Bee, para lograr la transmisión total de la información [6].

Sin embargo, para cumplir con el objetivo de transmisión de información dentro de micro-redes, se debe tener en cuenta que existen diferentes tecnologías que se podrían considerar tales como sistemas cableados o sistemas inalámbricos con protocolos como Bluetooth o Wi-Fi. En otro estudio se comparan los rangos de transmisión de tecnologías como Xtend, Jennic y Xbee [7]. Se puede decir que para poder medir la efectividad de un sistema de comunicación de datos, se tienen en cuenta aspectos como transmisión efectiva (delivery) y precisión [8].

III. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

A. Requerimientos

La micro-red cuenta con valores máximos de tensión de 24 V AC y de 13.7 A en corriente. Se pretende que los sistemas de medida sean no intrusivos y que se mida en tres fases de tres diferentes ramales, tal como se muestra en la Fig. 1.

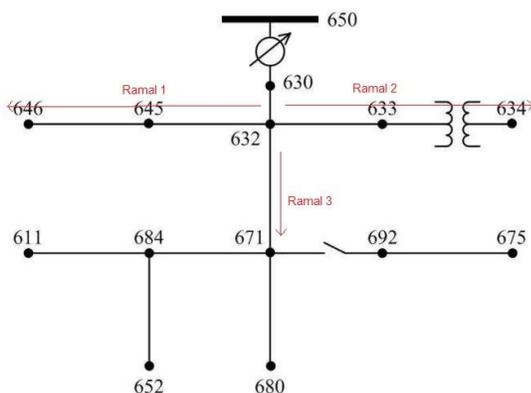


Fig. 1 Micro-red IEEE 13 Nodos.

Por otro lado, la micro-red está ubicada en un sótano, mientras que el NOC está en un tercer piso, en otro edificio. Por tanto, el sistema de comunicaciones requiere cubrir una distancia de 72 metros, cruzando paredes y pisos.

B. Sistema de medición

Para la ejecución del proyecto, se realiza utilizan equipos como transformadores de corriente y de potencia, los cuales son usados para la medición de corriente AC y voltaje AC. Las señales se conectan a rectificadores y luego a un microcontrolador, alimentado a 5V, que las transforma en

señales digitales. Dichas señales se enviarán por un radio y se transmitirán los datos a un centro de operaciones NOC.

Los equipos de medida a implementar resultan una solución óptima en términos de economía, además no son dispositivos intrusivos al sistema de la micro-red, y pueden ser fácilmente adaptados para mostrar en pantalla las variables medidas. Esto se logra mediante el uso de un algoritmo desarrollado en el software C++, el cual almacenará los datos recibidos por los radios transmisores una vez leídos por puerto serial y mostrará los valores en pantalla así como el comportamiento de estos en el tiempo.

La Fig. 2 muestra el esquema completo del sistema de medida y comunicación.

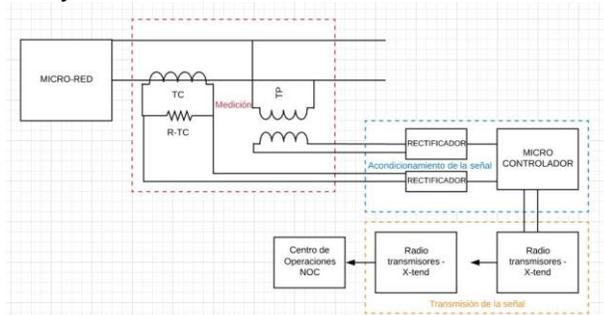


Fig. 2 Esquema de conexión del sistema de medida y comunicación.

Como se observa en la figura anterior, el sistema consta de cuatro secciones, medición, acondicionamiento de la señal, procesamiento de la señal y transmisión de la señal.

Se emplea el uso de transformadores de corriente para medir corriente y de potencial para medir el valor de tensión. Cabe añadir que las mediciones serán realizadas en 3 ramales trifásicos de la micro-red, es decir habrá un transformador de corriente y uno de voltaje por fase.

C. Sistema de comunicaciones

El sistema de comunicaciones consta de dos radios de marca Digi, referencia Xtend. Dichos radios tienen interfaz RS-232 y transmiten en la banda de frecuencias de 900 MHz, permitiendo un alcance de varios kilómetros [9]. El radio transmisor se instalará al lado del sistema de medida y el radio receptor al lado del NOC. Una vez reciba la información, el radio enviará los datos al computador, que los presentará usando el programa desarrollado en C++.

II. PRUEBAS Y RESULTADOS

Hasta el momento se han realizado pruebas de campo con los radiotransmisores X-tend, desde el laboratorio donde se encuentra la micro-red, hasta el sitio donde se encuentra el NOC, cuya distancia es de aproximadamente 72 metros. La prueba resultó exitosa pues se recibió correctamente el 99% de los datos de prueba enviados.

Se validó de igual forma, el correcto desempeño de los transformadores de corriente y de tensión, con medidas realizadas con la micro-red energizada. Los resultados fueron los esperados, puesto que las medidas arrojadas por los transformadores se encontraban dentro del 5% de error comparadas con las medidas obtenidas por una pinza amperimétrica FLUKE 323 para el caso de la corriente y con un multímetro FLUKE 179 para el caso de la medición de tensión.

En la Fig. 3 se muestra la simulación realizada del transformador y el rectificador de la señal.

Se simulan 3 fuentes con distintos valores de tensión, para observar el comportamiento de la salida del sistema de instrumentación que incluye el transformador y los diodos rectificadores con un capacitor. Se puede observar que el sistema tiene un rizado no muy pronunciado y que los cambios de nivel de tensión con la que operaría la micro-red son apreciables por el sistema de instrumentación. Adicionalmente se comprobó que los niveles de tensión resultantes se encuentran por debajo de 5V, por lo que su salida permite que se conecte a las entradas analógicas del microcontrolador que se utilizará.

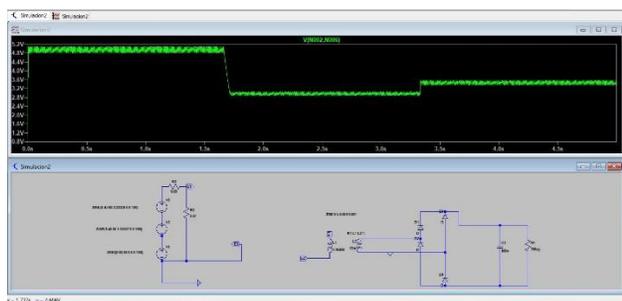


Fig. 3 Simulación - transformador de tensión más rectificador.

IV. CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos se puede concluir que el sistema de comunicación a implementar resulta eficiente y cumple con los requerimientos. Así también los dispositivos de medida seleccionados presentan un nivel bajo de error al medir tensión y corriente, por lo cual se espera un buen desempeño en la implementación final.

Por otro lado, los resultados de la simulación permiten establecer que el sistema de acondicionamiento de señales adapta los niveles de tensión para ser leídos adecuadamente por el microcontrolador.

El siguiente paso es desarrollar la construcción física del sistema y hacer las pruebas respectivas. Este tipo de sistemas son muy útiles para realizar seguimiento a micro-redes y planear esquemas de generación y mantenimiento.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a los ingenieros María Gabriela Calle Torres y José Daniel Soto Ortiz, por sus sugerencias y aportes para este artículo.

REFERENCIAS

- [1] M.Eduardo; T. Billy Wladimir; G. Elvis Eduardo; T. César Leonardo. "Control de microrredes eléctricas inteligentes". Universidad Francisco José De Caldas. [online]. Available: <http://editorial.udistrital.edu.co/contenido/c-1005.pdf>
- [2] P. Mancera Lagos, "Modelo del sistema de comunicaciones para una microrred eléctrica aislada, basado en una red de sensores inalámbricos para la transferencia de datos de control", Universidad Distrital Francisco José De Caldas, 2017.
- [3] "Introducing the Mooshimeter | Mooshim Engineering", *Moosh.im*, 2018. [Online]. Available: <https://moosh.im/mooshimeter/>. [Accessed: 8- Mar- 2018].
- [4] "Fluke 1732 and 1734 Three-Phase Electrical Energy Loggers", *En-us.fluke.com*, 2018. [Online]. Available: <http://en-us.fluke.com/products/fluke-1732-1734.html#techspecs>. [Accessed: 16- Mar- 2018].
- [5] E. s.r.o., "Multimeter UNI-T UT 70D :: UNI-T", *www.uni-t.cz*, 2018. [Online]. Available: <http://www.uni-t.cz/en/p/multimeter-uni-t-ut-70d>. [Accessed: 16- Mar- 2018].
- [6] Yan, Y., Qian, Y., Sharif, H., & Tipper, D. (2013). A survey on smart grid communication infrastructures: Motivations, requirements and challenges. *IEEE Communications Surveys and Tutorials*, 15(1), 5–20. <https://doi.org/10.1109/SURV.2012.021312.00034>
- [7] R. Aguirre *et al.*, "The grey area in wireless communications: A multiplatform experimental study," *2014 IEEE Latin-America Conf. Commun. IEEE LATINCOM 2014*, pp. 0–5, 2014.
- [8] S. S. Haykin and M. Moher, *Modern wireless communications*. Pearson Prentice Hall, 2005.
- [9] DIGI, *XTEND® -PKG RF MODEMS*.2017.