



PROYECTOS DE REDES ELÉCTRICAS INTELIGENTES Y EL LABORATORIO DE REDES GENERALES DE DISTRIBUCIÓN INTELIGENTES

CÉSAR ÁNGELES CAMACHO

El desarrollo e implementación de la tecnología de redes eléctricas inteligentes para el manejo integral de sistemas eléctricos es una realidad global. La innovación tecnológica de sistemas eléctricos y las políticas de desarrollo de mercado son esenciales para la implementación de las nuevas redes que operarán en el futuro, y se reconocen cada vez más como una prioridad nacional para países en vías de desarrollo y economías emergentes. En años recientes se observó una fuerte inversión en estas áreas por parte de algunos gobiernos interesados en mantener su liderazgo y otros en entrar en ese selecto grupo de líderes tecnológicos.

Para México la meta es clara, se necesitan inversiones para estimular la eficacia, a través de investigación, desarrollo e innovación en redes eléctricas inteligentes (REI), para la creación y el desarrollo de nuevos productos que se puedan implementar y comercializar dentro y fuera de nuestras fronteras. Esto aunado a la integración de sinergias tanto académicas como industriales permitirá que el país aspire a puesto de liderazgo en algunas áreas de las tecnologías de REI. Si esto no ocurre, México corre el riesgo de quedar como un consumidor y usuario de estas tecnologías y caer por debajo de su capacidad de competir.

Ante esta perspectiva surge la propuesta de creación de un laboratorio de Redes Generales de Distribución Inteligentes, RGDI, la cual se cimienta en la gestión y asignación de una cartera de proyectos de investigación para que el Instituto de

Ingeniería, UNAM, se convierta en líder nacional y regional del área.

El objetivo del laboratorio es construir un centro de monitoreo y simulación que realice actividades de I+D+i en redes inteligentes de distribución, basado en una plataforma de monitoreo y en la recopilación de datos de la red eléctrica de 23 kV de Ciudad Universitaria en la UNAM.

Actualmente, bajo mi dirección se desarrollan varios proyectos de Redes Eléctricas Inteligentes entre los que se encuentran: Evaluación de la operación de sistemas de potencia considerando energías renovables no-convencionales, es un proyecto multidisciplinario en el que participan con el IIUNAM, la Universidad Michoacana (UMSNH) y el CINVESTAV de Guadalajara, patrocinado por CONACYT/SENER. Tiene dentro de sus objetivos la creación de un grupo de investigación multidisciplinario de clase mundial orientado a la I+D+i de tecnologías de energía renovable en diversos aspectos relacionados con su integración a los sistemas de energía eléctrica, incluyendo el pronóstico.

Este grupo de investigación trabaja en el desarrollo de un marco de modelado matemático, así como de métodos analíticos y numéricos avanzados, para evaluar la forma en la que, al integrar fuentes de energía renovables no convencionales, se impacta el estado operativo de un sistema eléctrico. Estos desarrollos tomarán en cuenta el diseño principal y las características operativas de estas fuentes y de la red. El marco de

modelado y análisis matemático considerarán ambos estados de operación: estado estable y dinámico.

El siguiente proyecto, patrocinado 50% por la Universidad de Arizona y el otro 50% por el IIUNAM lleva por título Estimación del estado dinámico de sistemas de transmisión flexible AC (FACTS) incorporando mediciones SCADA y PMU; en esta investigación el objetivo es predecir las oscilaciones de baja frecuencia, LFO, en tiempo real a través del método de estimación dinámica de estado estable, la estimación puede realizarse considerando mediciones SCADA y PMU. Aquí un aspecto de suma importancia es el desarrollo de modelos matemáticos de los controladores FACTS para el amortiguamiento de las LFO, así como los algoritmos a desarrollar e implementar en el *software* para llevar a cabo el análisis eficaz de un sistema eléctrico de potencia a gran escala.

El último proyecto que voy a presentar es el Simulador en tiempo real y el controlador para conexión a red y Microredes cuyo objetivo es ajustar y calibrar el diseño inicial de una red de pruebas implementada, también modelar y simular la nueva

red de pruebas, todo esto en el Laboratorio de Electrónica de Potencia del IIUNAM. Además de extender y desarrollar un simulador digital en tiempo real de código abierto, de bajo costo, capaz de hacer uso de los datos de las PMU y así realizar pruebas con energías renovables y microredes. También se va a encapsular la red de monitoreo implementada en la UNAM con las capacidades del simulador digital en un prototipo de controlador para microredes. Esta investigación está patrocinada por la Universidad de Arizona y el IIUNAM

Laboratorio de Redes Generales de Distribución Inteligentes

Gracias a los ingresos extraordinarios adquiridos a través de estos proyectos será posible, por un lado, incorporar tecnologías y profesionales para que colaboren en el desarrollo de estas investigaciones, y por otro, suministrar al laboratorio de Redes Generales de Distribución Inteligentes con el equipo que se describe a continuación:

Equipo	Descripción
Video Wall	6 (3x2) pantallas LCD de 46" Full HD 1920x1080 pixeles.
Computing Site	Gabinets destinados para el cableado y equipo de cómputo. Aquí se encuentran el equipo necesario para la video Wall, un switch Moxa 7728 (para la red de fibra óptica), un Radio-Modem, los switches para los servidores y las bases de datos.
SCADA	Equipo de cómputo con funciones de consola, corriendo un sistema SCADA. La RMT-UNAM emigrará de Sat-Red LX de Sensa Control Digital a Survalent Technology.
OPAL-RT	Simulador digitales de tiempo real (RTDS por sus siglas en inglés) en PC / FPGA, equipado con componente de prueba Hardware-in-the-Loop (HIL) y sistemas de control rápido de prototipos (RCP) para diseñar, probar y optimizar el control y la protección de sistemas utilizados en redes eléctricas, electrónica de potencia, accionamientos de motores, automóviles, trenes, aviones y diversas industrias, así como centros de I + D y universidades.
Gabinets Abiertos	Usados para contener relevadores GE D60, SEL 351A, SEL-487E y futuras adquisiciones en la red de pruebas.
Mesa de trabajo	Utilizada para diferentes pruebas prácticas de laboratorio.
RACK AMI	Rack abierto destinado al desarrollo de aplicaciones usando medidores inteligentes tipo AMI.
AMI-PC	Equipo dedicado para el desarrollo de aplicaciones AMI.
Celda de Combustible	Sistema de generación de potencia de 5-10 kVA, a base de hidrógeno. Servirá como caso de estudio y como sistema de respaldo y continuidad para todo el laboratorio.
Tanque de hidrógeno	Reserva de hidrógeno para las celdas de combustible.
Estaciones de Trabajo	Para el desarrollo de las diferentes actividades en los proyectos.

Dada la relevancia de los proyectos se consiguió la donación de *software* tipo SCADA de Survalent ONETM-ADMS, para estudios de redes eléctricas inteligentes con el que se podrá hacer el Control de Supervisión y Adquisición de Datos, SCADA, diseñar los sistemas de gestión de interrupciones, OMS y los de gestión de distribución avanzada, ADMS con aplicaciones para SCADA, OMS y DMS logrando la integración con varias interfaces y protocolos.

Cabe señalar que debido a la magnitud de estos proyectos las autoridades del Instituto de Ingeniería han considerado una expansión del laboratorio al doble de su tamaño para tener un centro SCADA/sincrofasorial de una red inteligente, con fines exclusivamente de monitoreo; un Sistema de Información Geográfica y Eléctrica de la RMT-UNAM, un Laboratorio virtual para el análisis de redes inteligentes de distribución; un Simulador del sistema eléctrico de la red de media tensión de Ciudad Universitaria, RMT-UNAM; y además el desarrollo de un sistema de administración de datos de medición; otro para modelos de elementos de redes de distribución, para un Sistema

integral de administración de distribución, DMS y para un Sistema de Medición Inteligente (AMI) para edificios en CU.

Con este equipo se llevará a cabo el desarrollo y la instalación de indicadores de falla; el monitoreo remoto de equipo eléctrico (transformadores, seccionadores, etc.); la autogeneración de reportes que clarifiquen la operación de la red durante contingencias, el diseño de sistemas de información geográfica y eléctrica de redes inteligentes; los sistemas de monitoreo de la calidad de la energía y el de esquemas de operación y control de redes en general, incluyendo la identificación temprana de problemas, que permita la implementación de esquemas preventivos y correctivos.

Con el detector de oscilaciones de baja frecuencia, la estabilidad de voltaje, el de la diferencia de ángulo de fases entre puntos de medición, el de islas basado en las frecuencias medidas y la resincronización de sistemas con base a frecuencias y ángulos factoriales fasoriales, se llevará a cabo exitosamente las funciones de monitoreo y detección en tiempo real de las redes eléctricas inteligentes. |

En estos proyectos colaboran las siguientes instituciones:

