

REDES INTELIGENTES, SUS RETOS Y USO

Claudia Sánchez, Hermann Fuquen, Consultores en Innovación Tecnológica

Abstract—Los sistemas de distribución de energía han evolucionando de equipos electromecánicos a estructuras integradas que permiten coordinación entre los distintos puntos de distribución para una oferta de servicio eléctrico más eficiente y de mayor calidad. En esa evolución se han involucrado las Redes Inteligentes (Smart Grid) con el objetivo de permitir observabilidad de la red de distribución, generar capacidades para el control de los activos, incrementar y mejorar el rendimiento del sistema de alimentación, así como aumentar la seguridad del sistema de distribución, disminuyendo costos tanto de operaciones como de mantenimiento del sistema. En este artículo se pretende hacer una introducción a las redes inteligentes, sus usos y los retos que enfrentan tanto en su utilización como en Investigación y Desarrollo. Finalmente, se mencionará el avance en este tema en Colombia.

Index Terms— Redes Inteligentes, Sistemas de Energía Distribuida, Energías Renovables, Tecnologías de Información, Redes de Distribución, Demanda de Energía, Curva de Carga, Vehículos Eléctricos

1. INTRODUCCIÓN

El concepto de redes inteligentes (Smart Grid) actualmente es el punto de referencia de las empresas de servicios públicos, particularmente en distribución de energía eléctrica, por cuanto este tipo de tecnologías son necesarias para controlar adecuadamente y gestionar de manera centralizada las redes de distribución de energía. El uso de este tipo de redes genera una serie de ventajas para el distribuidor como las siguientes:

- Se optimiza la capacidad de distribución de energía, convirtiendo las decisiones de expansión de la infraestructura mucho más estratégicas y rentables.
- Permite la comunicación bidireccional entre consumidor, transmisor y generador.
- Permite nuevos servicios que optimizan la carga usada en las redes de distribución.
- Mejora los costos asociados tanto para el consumidor como para el distribuidor.

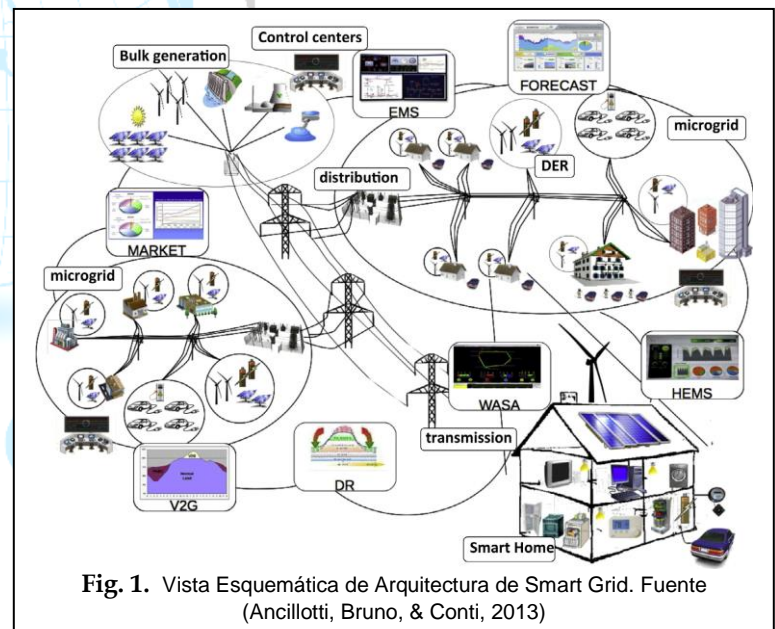
Dadas las diferencias entre redes (por ejemplo en condiciones geográficas) y entre los mismos consumidores finales del servicio, se requiere para la implementación de este tipo de sistemas desarrollos tecnológicos y adaptaciones de los dispositivos existentes, que faciliten la funcionalidad del sistema para la empresa en particular.

2. REDES INTELIGENTES

2.1 DEFINICIONES DE REDES INTELIGENTES (SMART GRID)

De acuerdo con J.A. Cardenas et al. una de las definiciones modernas de Redes Inteligentes (Smart Grids) es el uso de tecnologías de información y comunicaciones, para transmitir y distribuir energía (Cardenas, Gemoets, Jose H. Ablanado Rosas, & Sarfi, 2013). También definen esta tecnología como redes eléctricas, que son capaces de distribuir electricidad en una forma controlada e inteligente desde los puntos de generación hacia los consumidores finales. Finalmente, el Grupo Europeo Regulador de Energía y Gas (EREG) define Redes Inteligentes como una red eléctrica que pueda integrar el

comportamiento y las acciones de todos los usuarios conectados a ella - generadores, consumidores siendo eficiente en costos - con el fin de garantizar un sistema de energía económicamente eficiente, sostenible, con pocas pérdidas y altos niveles de calidad y la seguridad del suministro. (Wissner, 2011). (Ver Figura 1)



2.2. USOS O APLICACIONES DE LAS REDES INTELIGENTES

Se puede decir que una Red Inteligente está relacionada con un proceso de actualización con respecto a una red eléctrica tradicional. Dicha actualización facilita el incremento de funciones, por cuanto a su vez se incluyen múltiples redes, así como niveles de comunicación y coordinación. El uso de Smart Grid se ha relacionado recientemente con el uso de sensores, comunicaciones, capacidad de computación y control, para mejorar las funcionalidades del suministro eléctrico, así como para tomar y procesar datos a fin de con-

trolar los sistemas a través de realimentación y ajuste.

2.2.1 TENDENCIAS DE INVESTIGACIÓN SOBRE LAS REDES INTELIGENTES

De acuerdo con estudios de tendencias relacionados con Smart Grid, se ha identificado que las redes inteligentes tiene diferentes trayectorias de tecnologías, entre las que se pueden destacar: comercio electrónico (con elementos como la visualización del mercado, la compra y la seguridad en las compras); gestión de red, debido a la complejidad creciente de las redes de distribución, los sistemas de comunicación inalámbrica facilitan los sistemas de medición (Chen, Huang, & Chen, 2012). En proceso de desarrollo se encuentran aplicaciones como las descritas en la Tabla 1.

TABLA 1
CARACTERÍSTICAS DE USOS FUTUROS DE LAS REDES INTELIGENTES (SMART GRID)

ESLABÓN	CARACTERÍSTICAS
GENERACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> • En sistemas distribuidos, principalmente energías renovables y plantas de energía a pequeña escala. • Centrales eléctricas virtuales, conectadas a través de las TIC.
TRANSMISIÓN Y RESERVA DE ENERGÍA	<ul style="list-style-type: none"> • Equilibrio internacional de flujos de energía • Solicitud de reserva terciaria a través de conexión de banda ancha. • Gobierno automático de peticiones con software inteligente.
DISTRIBUCIÓN	<ul style="list-style-type: none"> • Demanda ajustada al estado de generación (Control Directo de Carga - DSM por sus siglas en inglés). • Mejor conocimiento sobre el estado de la red y el potencial, control de calidad de la energía.
MEDICIÓN INTELIGENTE	<ul style="list-style-type: none"> • Comunicación bidireccional. • Nuevas actividades ahorro de energía. • Puerta de entrada a las casas inteligentes.
SMART HOUSE	<ul style="list-style-type: none"> • Control inteligente de calefacción y dispositivos ahorro de energía.
SISTEMA GENERAL	<ul style="list-style-type: none"> • El flujo de información continua entre generación y demanda de energía. • Acceso permanente a información relevante.

Fuente: Adaptado de (Wissner, 2011)

Adicionalmente, algunas áreas requieren mayor investigación como: medición y aseguramiento de procesos, evolución de circuitos electrónicos integrados, sistemas de optimización y control, así como las TIC (Tecnologías de información y comunicaciones) aplicadas a los sistemas de control y comunicación tanto a nivel interno en los sistemas de la empresa, como con los usuarios finales. (Siano, 2013).

2.2.2 RETOS DE LAS REDES INTELIGENTES EXISTENTES

El uso de fuentes de energía renovables, las cuales tienden a estar ubicadas de manera dispersa, no en centros de generación específicos, demanda técnicas de coordinación y de control que permitan una administración adecuada de este recurso. Por lo que las redes inteligentes se convierten en una herramienta fundamental para el adecuado uso de la energía.

Por otro lado, las capacidades que requieren las empresas de distribución y generación de energía eléctrica para regular el proceso de recarga de vehículos eléctricos, es una tendencia actual de investigación en temas de movilidad, con el objetivo de aplanar la demanda de energía agregada y mitigar los desequilibrios de carga en sistemas de potencia. Estas nuevas demandas de energía establecen un reto para el desarrollo de Smart Grid, las cuales deben contar con sistemas de información adecuados para el manejo de estos datos de forma confiable y oportuna. (Ancillotti, Bruno, & Conti, 2013)

Estos retos han dado como resultado el desarrollo de acuerdos, protocolos y estándares relacionados con lo mencionado ya en la Tabla 1, teniendo en cuenta aplicaciones específicas sobre las nuevas tecnologías y paradigmas que serán fundamentales para el éxito en el despliegue efectivo de las redes inteligentes:

- **Infraestructura de Medición Avanzada (AMI):** Dados los requerimientos de control de una red inteligente, que trascienden las subestaciones y los medidores, es necesaria una infraestructura de comunicación que permita el flujo de información en dos vías a fin de penetrar y escalar las funciones del sistema, manejar las redes de adquisición de datos y de esa manera monitorear la calidad de energía, la cantidad de electricidad producida o almacenada y el consumo de energía de los aparatos domésticos. Para ello, será fundamental el desarrollo de las AMI y su interconexión con otros dispositivos electrónicos inteligentes.

- **Distribución de Recursos Energéticos:** las redes inteligentes podrán facilitar la integración de las Fuentes No Convencionales de Energía (FNCE) de pequeña escala, sin embargo para integrar los requerimientos del sistema completamente, será necesario el desarrollo de tecnologías que faciliten que las diversas FNCE interactúen con los sistemas de almacenamiento de energía distribuida, para su coordinación futura.

3. GRUPOS DE INVESTIGACIÓN EN COLOMBIA

En Colombia las empresas dedicadas a la generación, transmisión y distribución de energía eléctrica han iniciado la adopción de metodologías de Smart Grid. Algunos ejemplos son Electricaribe, EMCALI, EPSA, CODENSA, EPM, las cuales han incorporado redes inteligentes para enfrentar problemáticas como pérdidas de energía. El desarrollo de proyectos particulares, no ha impedido el logro de avances para la implementación de Smart Grid en Colombia. Adicionalmente, se está desarrollando el proyecto "Colombia Inteligente", en el que participan empresas y centros de desarrollo tecnológico del sector eléctrico y de otros sectores. Este proyecto busca el desarrollo de un sistema de red inteligente (Naranjo, Alzate, & Salazar, 2011)

Por otro lado, en la red Scienti se han identificado 14 grupos reconocidos, con productos específicos relacionados con el desarrollo de temas cercanos a Redes Inteligentes (o Smart Grid), de los cuales solo 3 tienen este tema como línea de investigación declarada.

4. CONCLUSION

Las redes inteligentes son una temática en pleno proceso de investigación y desarrollo. Existen muchas oportunidades y expectativas relacionadas con su uso, con el desarrollo de tecnologías de información y comunicaciones para complementarlas y reforzar su funcionalidad, y existen grandes retos relacionados fundamentalmente con los temas de interconexión, de medición, de comunicación con el usuario final en sistemas de doble vía y con la incorporación de fuentes no convencionales de energía en pequeña escala.

En Colombia existe ya un movimiento importante no solo desde el sector académico, sino desde el mismo sector productivo, que puede llevar a movilizar y desarrollar estas temáticas aplicadas a la realidad nacional.

Se prevé que los sistemas de redes inteligentes serán la plataforma para el aporte de nuevas innovaciones, como los sistemas de energía distribuida para su integración con las FNCE, el Smart Grid aplicado a los procesos de generación y distribución y la coordinación de esfuerzos para la buena operación del sistema interconectado nacional Colombiano y el potencial exportador a países vecinos. Esto traerá una gran dinámica en generación de proyectos que redundarán en un mejor servicio y la modernización del aparato industrial del país.

BIBLIOGRAFÍA

Ancillotti, E., Bruno, R., & Conti, M. (2013). The role of communication systems in smart grids: Architectures, technical solutions and research challenges. *Computer Communications*, 1665–1697.

Cardenas, J. A., Gemoets, L., Jose H. Ablanado Rosas, J., & Sarfi, R. (2013). A literature survey on Smart Grid distribution: an analytical approach. *Journal of Cleaner Production*, 1-15.

Chen, S.-H., Huang, M.-H., & Chen, D.-Z. (2012). Identifying and visualizing technology evolution: A case study of smart grid technology. *Technological Forecasting & Social Change*, 1099–1110.

Momoh, J. (2009). Smart Grid Design for Efficient and Flexible Power Networks Operation and Control. *IEEE*, 978.

Naranjo, C., Alzate, J. D., & Salazar, J. (2011). Future scenarios of Smart Grids in Colombia and their impact on climate change. En M. V. Gualteros, Y. A. Rodríguez, & A. Aldana (Ed.), *Innovative Smart Grid Technologies (ISGT Latin America)*, 2011 IEEE PES Conference on (págs. 1-8). Medellín (Colombia): POWER & ENERGY SOCIETY.

Siano, P. (2013). Demand response and smart grids — A survey. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 461–478.

Wissner, M. (2011). The Smart Grid — A saucerful of secrets? *Applied Energy*, 2509–2518.

