

Preparación de los Sistemas de Distribución de América Latina y el Caribe para la Tecnología de “SMART GRIDS”

M. Poveda

Organización Latinoamericana de Energía – OLADE

Resumen-- Una breve descripción de las expectativas de esta tecnología permite definir las exigencias que impondrá sobre los sistemas de distribución de América Latina y el Caribe, a fin de concluir definiendo los retos que la región enfrenta para incorporar todos los beneficios previstos por las redes inteligentes.

1. ANTECEDENTES

El sistema eléctrico a nivel mundial enfrenta varias y significativas restricciones, que se convierten en retos para los responsables del sector, como se describe a continuación.

Como globalmente estamos empeñados en contrarrestar el cambio climático es urgente que el sector eléctrico incorpore generación limpia, particularmente incorporando recursos renovables, que en su versión de mayor difusión es de pequeña escala y está adoptando la forma de generación distribuida. Puesto que el sector eléctrico es responsable de una parte importante de la producción de gases de efecto invernadero las restricciones ambientales, son importantes.

La mayor parte de la generación con recursos renovables es intermitente, pues su disponibilidad tiene variaciones estacionales o más aún, durante un día, como es el caso de la generación eólica, esta condición exige la disponibilidad de almacenamiento de energía como complemento para manejar estos recursos.

Por otro lado y en aparente contraposición, la dependencia que la civilización actual tiene con respecto a la energía eléctrica implica un crecimiento de la demanda con niveles de confiabilidad cada vez más altos, pues nuevos equipos se desarrollan para usar esta forma de energía; ocupando un lugar destacado el creciente interés en los vehículos totalmente eléctricos, que para cargar sus acumuladores se conectarán directamente a la red.

Esta aparente contradicción requiere la incorporación de las tecnologías que ya se emplearon con éxito, por ejemplo en la aeronáutica. En este caso, los niveles de confiabilidad alcanzados, no siempre

basados en la redundancia de elementos, sino más bien con base en la inteligencia artificial que fue integrada en los sistemas de supervisión y control.

A raíz del apagón de la costa este de los Estados Unidos de América y el sur este de Canadá, en agosto de 2003, Clark Gellings del Electric Power Research Institute (EPRI), justamente mencionó este retraso que el sistema eléctrico muestra con respecto a otros sistemas que ya aplicaron las modernas tecnologías disponibles; anotando al mismo tiempo las diferencias, pues se considera que el sistema eléctrico es el más complejo que la humanidad ha construido, con muchos elementos, físicamente alejados unos de otros, todo lo cual representa dificultades importantes para llevar a los sistemas eléctricos hasta los niveles alcanzados por la aeronáutica, por ejemplo.

De todo el panorama descrito, surge como solución a este dilema el concepto de SMART GRIDS (redes inteligentes).

2. REDES INTELIGENTES (SMART GRIDS)

Esta tecnología, actualmente en desarrollo, pretende dar respuesta a la mayor parte, sino a todos, los retos que el sistema eléctrico enfrenta. Una definición concisa se toma de uno de los primeros libros en el tema: “SMART GRID es el uso de sensores, comunicaciones, habilidad computacional y control, en forma tal que permita robustecer la funcionalidad global del sistema de entrega de energía eléctrica” [1].

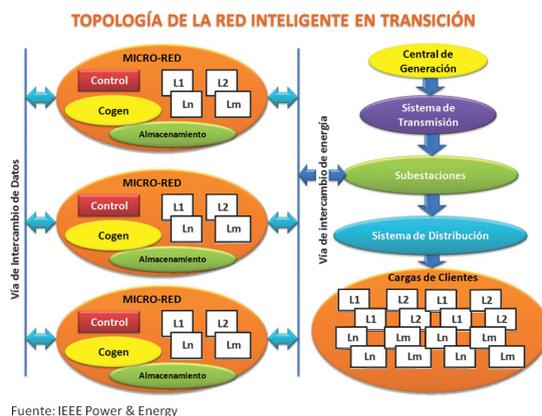
Como punto de partida, la incorporación de inteligencia artificial debe permitir la operación de una red cada vez más compleja, por la presencia de generación distribuida, aún dentro de las instalaciones de los clientes; sistemas de almacenamiento de energía, concentrados y distribuidos; electrodomésticos inteligentes diseñados para usar menos energía y aptos para responder a las condiciones de demanda en la red; redes con capacidad de auto-recuperación de las fallas, a través de sistemas de protección y seccionamiento, monitoreados y controlados a distancia.

Los electrodomésticos serán “plug-and-play” de manera que la inteligencia de la red los reconozca en cuanto se conectan e inmediatamente comience

a relacionarse con la inteligencia propia del equipo para interactuar, particularmente para la respuesta a la demanda. Por ejemplo, una lavadora de ropa que el cliente quiere usarla a la hora de la demanda máxima del sistema, permitiría dos opciones: una, esperar para operar transcurrido el tiempo que dura el pico; y, la segunda, operar inmediatamente con un sobrecosto por operarla durante la demanda máxima.

A fin de prevenir los efectos de las fallas en los sistemas de potencia, se trata de organizar la distribución en micro-redes, autosuficientes en la producción y almacenamiento de energía, de manera que la formación de islas, en la eventualidad de una falla mayor, sea totalmente fluida, fácil y directa. La Fig. 1 presenta la etapa intermedia antes de llegar a la situación ideal de una generalización de micro-redes, [2] donde se conserva el sistema de potencia en su situación actual como respaldo de un conjunto de micro-redes.

La medición para facturación a los clientes pasará de solamente elementos pasivos para medir la energía entregada por la red, a incluir la medición de la energía entregada por el cliente a la red, con la capacidad de interacción de los equipos, dentro de las instalaciones del cliente, con el sistema eléctrico. Quizás este es el primer paso que las empresas de distribución están dando para adaptarse a la nueva tecnología, pues ya se instalan, en diversas partes del mundo, sistemas denominados como Infraestructura Automatizada de Medición - AMI (Automated Metering Infrastructure), para cumplir con las funciones descritas.

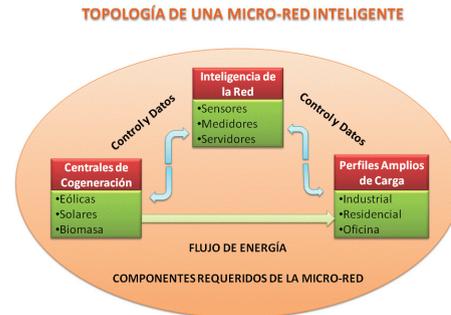


Fuente: IEEE Power & Energy

Figura 1: Transición hacia una SMART GRID

Todo esto exige un sistema de comunicaciones que permita el flujo de una cantidad muy grande de datos, con la confiabilidad necesaria para adoptar decisiones debidamente informadas y con la oportunidad que se requiere para mantener el servicio en cualquier

circunstancia. La Fig. 2 presenta el paralelismo del sistema de comunicaciones para el flujo de información con la red de energía de respaldo en una estructura de micro-redes [3].



Fuente: IEEE Power & Energy

Figura 2: Flujo de energía y datos en una SMART GRID

3. EFECTOS EN EL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN

Analizando cuidadosamente los objetivos de la nueva tecnología, se concluye que el sistema de distribución es la parte crítica en el desarrollo de la SMART GRID, pues se trata de la interface entre los recursos distribuidos (generación distribuida, recursos renovables distribuidos, almacenamiento distribuido, respuesta a la demanda, cargas activas en los clientes, carga y descarga de los vehículos eléctricos) [4] y el sistema eléctrico de potencia.

Es decir que, el sistema de distribución exigirá una renovación desde la planificación y diseño, hasta las estrategias y condiciones de operación, sin embargo, la realidad es que el sistema de distribución de energía eléctrica no ha recibido la debida atención a pesar que representa el 50% de la inversión en la expansión global del sistema eléctrico [5] y se trata del punto de interrelación con los clientes, quienes son la razón de ser del servicio.

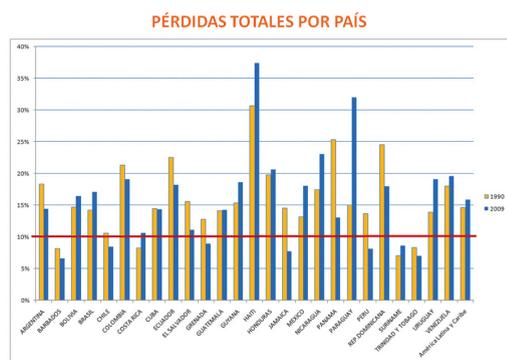
Hoy día se maneja la distribución con información previamente almacenada y normalmente obtenida por muestreos ocasionales de algunos puntos de la red, de ciertos equipos y de ciertos clientes, pero en pocos casos se trata de información en tiempo real [6]. Una excepción son las mediciones en las subestaciones de distribución, es decir solo en la cabecera del alimentador primario. Esta medición representa una información importante, pues comprende la demanda coincidente del orden de miles de clientes, comprendiendo el factor de pérdidas global del alimentador, pero es incompleta con referencia a la distribución de la carga.

4. LOS SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN EN LA REGIÓN

OLADE y el Banco Mundial realizaron en 1990 [7] un diagnóstico detallado de la situación del subsector eléctrico de todos los países de América Latina y el Caribe y entre otras cosas encontraron que las pérdidas totales de energía eran altas y que hacía falta desarrollar esfuerzos específicos para reducirlas y controlarlas. Como un aporte a la solución del problema la Organización desarrolló el “Manual Latinoamericano y del Caribe para el Control de Pérdidas Eléctricas” [8] que sirve de base para los programas que se desarrollan en varios países de la región.

Para examinar los resultados obtenidos después de todos aquellos programas de reducción de pérdidas, en la mayor parte de las empresas eléctricas de distribución, resulta útil recurrir a las estadísticas de OLADE de todos sus Países Miembros, a fin de comparar las pérdidas totales, después de casi 20 años de trabajo para reducirlas.

La Fig. 3 presenta las pérdidas eléctricas a nivel nacional de todos los Países Miembros de OLADE, comparando la situación de los años 1990 y 2009.



Fuente: SIEE (Sistema de Información Económica Energética – OLADE)

Figura 3: Pérdidas totales de energía eléctrica

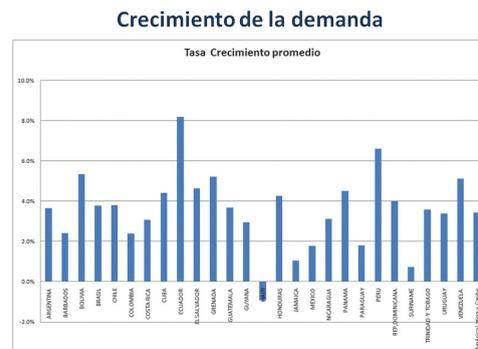
El Manual de Control de Pérdidas de OLADE establecía como meta el 10% de pérdidas totales, señalado con línea roja en la Fig. 3. Se observa que unos pocos países lograron mantenerse por debajo de la meta y unos pocos adicionales la alcanzaron; sin embargo, los índices en la gran mayoría de países no han mejorado y en algunos se agravaron. Si se considera que la transmisión es responsable entre el 2 y el 4% de las pérdidas totales, la diferencia, es decir entre el 10 y el 24% corresponde a la distribución.

Los “índices de pérdidas” son los indicadores de la poca atención y falta de ingeniería en los sistemas de distribución. Más grave aún, la falta de resultados

de los múltiples programas de reducción de pérdidas están diciendo que el enfoque fue en el síntoma y no en la enfermedad.

Las altas tasas de crecimiento de la demanda de los países de la región, Fig. 4, hicieron que las autoridades y ejecutivos del sector enfocaran sus esfuerzos en el abastecimiento de energía eléctrica, esto es, en la generación y la transmisión. Mientras tanto bastaba que la distribución funcione y nada más.

Naturalmente, la atención de los sistemas de distribución quedó postergada. Además, la falta de monitoreo de las redes produjo señales equivocadas hacia los clientes, al dejar abierta la puerta a las irregularidades, que es una de las causas de las pérdidas no técnicas como la componente que más incide en los indicadores del sistema de distribución.



Fuente: SIEE (Sistema de Información Económica Energética – OLADE)

Figura 4: Tasas de crecimiento de la demanda de energía eléctrica

Si se considera que la distribución es muy dinámica y cambia constantemente, su evolución sin el debido seguimiento provoca una falta de información actualizada. La falta de información de los clientes origina fallas en los procesos de facturación que es otra de las causas de las pérdidas negras, como también se las denomina; pero la consecuencia más importante es la falta de información para el análisis de la operación de la red como base para su optimización.

Es decir, la ingeniería de distribución no cuenta con los elementos suficientes como para producir resultados.

5. PREPARACIÓN DE LOS SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN DE LA REGIÓN

El panorama descrito permite anticipar que las exigencias sobre las redes de distribución de América Latina y el Caribe para la incorporación de recursos renovables como generación distribuida, la automatización de muchos elementos del sistema, la

presencia de inteligencia artificial en varias etapas de la red, así como, el control de la demanda y los equipos inteligentes, presentan algunas necesidades que hace falta superarlas como requisito en su preparación para la nueva tecnología.

Comenzando con la incorporación de electrodomésticos inteligentes, que significa multiplicar varias veces la cantidad de información de los clientes que actualmente se maneja. Si no se conocen con certeza los datos de los clientes, no parece posible manejar la información detallada de los equipos inteligentes que instalará y operará cada uno. Es preciso tener esa información como punto de partida, por supuesto debidamente actualizada.

La automatización y control de la red, con sus dispositivos de corte y seccionamiento, exige un conocimiento detallado de todas sus características, junto con la ubicación precisa que, si se dispone de automatización, permita actuar para realizar intercambios de carga por razones de emergencia o por necesidades de operación.

Por lo tanto, los retos más importantes que debe afrontar la Región para preparar sus sistemas de distribución para la nueva tecnología son los siguientes:

- Mejorar la recolección y el manejo de la información de clientes y de los equipos de la red, a fin de mantenerla completa y actualizada.
- Lograr un manejo efectivo de toda la información existente y de aquella que la complementa, a fin de hacer posible el monitoreo de las condiciones de operación de los elementos de la red y reducir a un mínimo los errores de facturación.
- En lo posible, estandarizar la información de los sistemas de distribución de todos los países a fin de poder intercambiar experiencias y desarrollos informáticos.
- Reorganizar y actualizar la información sobre la topología de las redes para realizar el análisis de la operación normal y en emergencia, obtener las bases de funcionamiento del sistema de protecciones y los niveles de pérdidas.

Es decir, que la vigencia de la ingeniería de distribución en el manejo de las redes permitirá su optimización, pues solo de esta forma se logrará obtener todos los beneficios que la tecnología de SMART GRID promete.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Gellings, Clark, "The Smart Grid: Enabling Energy Efficiency and Demand Response", Libro: Página 1 (traducción libre del autor), CRC Press, 2009.
- [2] Farhangi Hassan, "The Path of the Smart Grid", IEEE Power and Energy, Volumen 8, Number 1, Página 22, January/February 2010.
- [3] La misma referencia anterior, Página 24.
- [4] Vencata, S., Uluski R., McGranahan M., "Critical Elements: Distribution Management Systems", IEEE Power and Energy, Volume 9, Number 5, September/October 2011.
- [5] Donald G. Fink, H Wane Beaty, "Standard Handbook for Electrical Engineers", McGraw-Hill Professional, ISBN: 0071441468, August 2006.
- [6] Pahwa, Anil, "Past, Present, Future: Impact of Distribution Management Systems", IEEE Power and Energy, Volume 9, Number 5, September/October 2011.
- [7] OLADE, "Situación Energética de América Latina y el Caribe: Transición hacia el Siglo XXI", Publicación OLADE, Quito, Ecuador, 1991.
- [8] OLADE, "Manual Latinoamericano y del Caribe para el control de Pérdidas Eléctricas: Vol. 1, Metodología y Vol. 2, Estudio de Casos", Publicación OLAD, 1993.



Mentor Poveda.- Coordinador de Eficiencia Energética de la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE). Consultor registrado en el BID, Banco Mundial y GIZ. Experto internacional en temas relacionados con el uso eficiente de la energía y el subsector eléctrico. Profesor Principal del Departamento de Energía Eléctrica de la Escuela Politécnica Nacional. Participó como consultor en el diseño de las obras más importantes del sector eléctrico ecuatoriano, como la Central Hidroeléctrica Paute y el Sistema Nacional de Transmisión. Su experiencia incluye importantes estudios de sistemas de distribución eléctrica, para varias ciudades del Ecuador, América Central y Argentina. Master of Science in Electrical Engineering en Purdue University, USA, 1976. Ingeniero Eléctrico de la Escuela Politécnica Nacional, Ecuador, 1972.