

Smart grid: evolución del sistema eléctrico

Las *smart grids* cambiarán la forma de planificar los sistemas de energía y permitirá dilucidar la coordinación entre los mercados de electricidad al por mayor y al por menor. La información recopilada a través de las redes inteligentes no sólo permitirá a los clientes gestionar su consumo de electricidad, sino que permitirá a los operadores del sistema eléctrico comprender y satisfacer las necesidades de los usuarios de manera más satisfactoria.

A medida que las redes eléctricas comenzaron a crecer, su control empezó a ser más complejo, junto al problema de la eficiencia del propio sistema debido a las pérdidas inherentes al transporte y distribución. Se precisan nuevas y mejores infraestructuras eléctricas si se pretende, entre otras cosas, explotar el gran potencial del recurso de energía eólica existente en Europa.

Además, la innovación en las redes y la aceptación de ciertos roles son las claves para una expansión exitosa de la energía renovable. Por tanto, fuentes de generación renovable e infraestructura evolucionada son esenciales para la integración de aquéllas.

Surge la *Smart Grid (SG)*, término traducible como red de energía eléctrica inteligente, ya que utiliza la *Tecnología de la Información y la Comunicación (TIC)* para intentar optimizar la producción y la distribución de electricidad, con el fin de equilibrar mejor la oferta y la demanda entre productores y consumidores. Uno de los elementos clave de las *SG* es el *Smart Meter (SM)*, ya que permitirá una telemedida de los consumos, posibilitando una facturación detallada de los mismos y, en un futuro, el envío de señales de precios de la energía de manera cuarto-horaria.

La generación distribuida

El aporte de las fuentes de generación renovable ha venido impuesto, principalmente, por la necesidad de los países de no depender de los combustibles derivados del petróleo. Además, la conciencia medioambiental que en los países desarrollados se tiene desde ya hace unos cuantos

años está posibilitando el despegue de diferentes tecnologías renovables.

Las plantas de generación renovable presentan una característica común con respecto a las plantas de generación clásicas, éstas son instalaciones alejadas de los núcleos de consumo y con un alto diseño de potencia instalada.

Aparece el concepto *Distributed Generation (DG)* – generación distribuida, que da una nueva oportunidad a las fuentes de generación renovable y, además, las sitúa en ubicaciones cercanas a los puntos de consumo.

La *DG* puede mejorar la eficiencia del suministro de energía eléctrica, ya que mejora la transmisión de energía, puesto que producir energía localmente para los usuarios, ayudará a reducir la demanda en horas punta y paliará la congestión de potencia de la red.

La *DG* puede proporcionar beneficios adicionales a la sociedad. Las grandes plantas eléctricas no renovables, emiten cantidades importantes de monóxido de carbono, óxidos de azufre, hidrocarburos y óxidos de nitrógeno, por tanto, si parte de la energía que precisa el consumo se genera localmente y con renovables, dichas emisiones serán reducidas.

Por tanto, se presenta una nueva oportunidad para las fuentes de generación renovables a través de la *DG*. Si existe potencial de generación eléctrica en los emplazamientos donde se consumen de manera continuada y masiva, debería poder aprovecharse, para de esta forma, aumentar la eficiencia global del sistema y contribuir a la mejora medio ambiental empleando tecnologías renovables.

Microgrid: paradigma de sostenibilidad

Se define microgrid como “(...) una agregación de cargas y microgeneradores operando como un sistema único que provee tanto energía eléctrica como térmica (...)”. Es posible redefinir microgrid eléctrica como “(...) el sistema formado por fuentes de generación, equipos de almacenamiento y cargas conectadas eléctricamente, que puede funcionar tanto conectado al sistema principal como aislado del mismo en el caso de perturbaciones eléctricas, que se controla desde el operador del sistema como un sistema agregado y en el que hay que planificar y gestionar la energía generada y consumida (...)”.

En la Figura 1 se muestra una representación conceptual de una microgrid, donde se aprecian los elementos eléctricos y sus niveles de tensión, las diferentes tecnologías de *DG* desplegadas en la misma, almacenamiento eléctrico distribuido, elementos de comunicación y procesado, y otros elementos que la conforman (estaciones climáticas, *Electrical Vehicle (EV)*– vehículo eléctrico, etc.), así como las interconexiones (eléctricas y de comunicación) entre varias *microgrids* a través de sus controles. Se precisa una planificación y una gestión de la *microgrid*, tanto de la generación como de la demanda.

El nuevo paradigma microgrid se presenta como un aglutinador de *DG* en pequeñas unidades de potencia, junto a elementos almacenadores y una serie de cargas, todo lo cual debe planificarse y gestionarse.

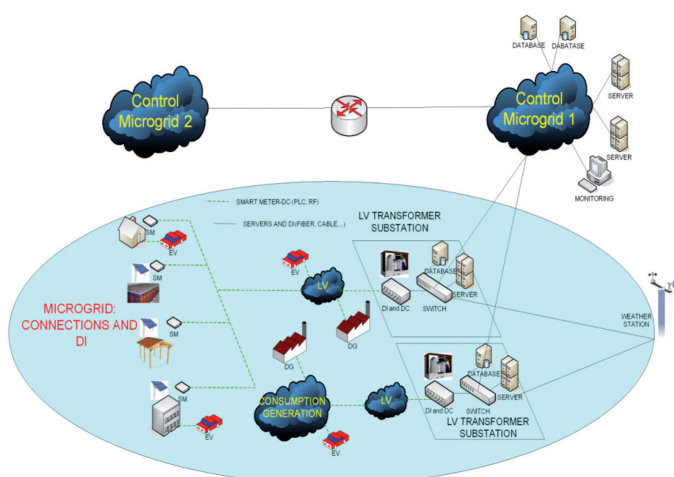


Figura 1. Recreación del concepto de microgrid¹.

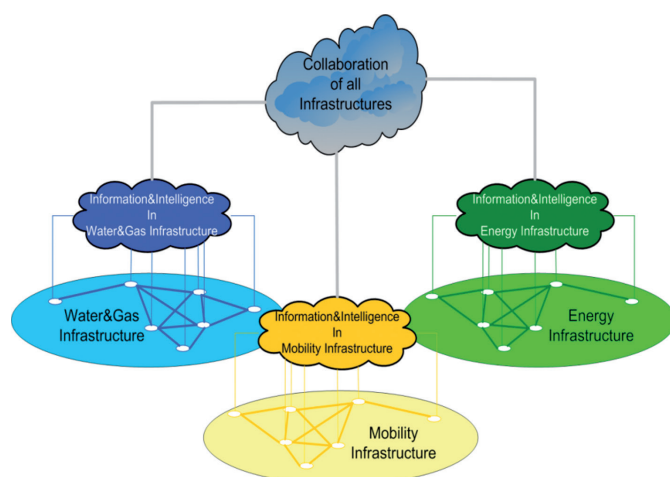


Figura 2. Concepto futuro de Smart Place².

Nuevos actores en la smart grid

Aparecen una serie de actores integrados en las SG, los cuales son:

- **Demand Response (DR** – respuesta a la demanda): desplazamiento de la demanda eléctrica de manera controlada.
- **Movilidad eléctrica:** la aparición del EV debe de tenerse en cuenta en relación al impacto sobre la infraestructura eléctrica.
- **SM:** medidor electrónico que registra información de consumos de una hora o periodos inferiores y comunica esta información entre el punto de consumo y la utility.
- **Smart Home:** la investigación ha tratado el consumo de energía doméstico desde cuatro enfoques: *feedback* a los usuarios; emplear tecnología para detectar y controlar el uso de la energía; estrategias económicas tales como incentivos para reducir la energía; y examinar factores sociales concernientes con las prácticas de energías.
- **Smart Customer:** consumidores con conciencia de sus propias actuaciones, tratando de crear dicho conocimiento en los consumidores finales a través de la información.
- **Smart City (SC):** sensorica desplegada en las ciudades, en diferentes capas físicas. Las SC se apoyan en los siguientes pilares: energía; planificación urbana e infraestructuras TIC; medio ambiente; movilidad y transporte; urbanismo; personas y calidad de vida.
- **Smart Building:** nuevos modelos de edificaciones que además de integrar fuentes de generación renovables, dispongan de inteligencia asociada para su operación y automatización.

Se puede afirmar que dentro de la gran entidad que supone la SG, convivirán muchas SCs de manera coordinada, cada una con su propia idiosincrasia, pero con la visión global de la SG.

Una *microgrid* es un compendio de DG, almacenamiento, cargas, controles y la propia red, que tratan de operar de acuerdo con sus intereses, sin obviar la red de distribución. Por tanto, una *microgrid* formará parte de la SC y, por tanto, de la SG.

Tanto SG, SC, *microgrid*, *Smart Building*, etc., tienen en común que son espacios con infraestructuras físicas desplegadas y elementos TIC. Una visión de futuro de estos espacios, independientemente de sus funciones y escenario físico, nos permite vislumbrar que son lugares con sensores y TIC, los cuales proporcionan inteligencia a las infraestructuras y les permite colaborar mutuamente para proporcionar mejor calidad de vida de los habitantes y usuarios. Podemos ver esta situación en la Figura 2, donde, por ejemplo, la infraestructura de energía eléctrica coopera con el resto de infraestructuras para una correcta convivencia dentro de una SC. Los sistemas de control e información colaborarán de manera global para crear una infraestructura social, segura y agradable para con el medio ambiente y los ciudadanos, surgiendo de esta forma el concepto *Smart Place*.

Se define un nuevo vocablo conceptual que trate de englobar al conjunto de las *Smart*. Además, será independiente de la infraestructura que se despliegue y de la tecnología empleada para transmitir la información y acciones de control, así como del lugar donde se instalen los sensores

empleados. Este nuevo concepto recibirá el nombre de *Smart World*, y sus aplicaciones o servicios resultantes, independientemente del origen de su necesidad, cumplirán algunos o todos de los siguientes objetivos: operación, mantenimiento, optimización y automatización de infraestructuras; seguridad y protección; movilidad y transporte; urbanismo; ahorro energético y eficiencia energética; sostenibilidad; evolución y control medio ambiental; y calidad de vida.

Se define un nuevo vocablo conceptual que trate de englobar al conjunto de las *Smart*. Además, será independiente de la infraestructura que se despliegue y de la tecnología empleada para transmitir la información y acciones de control, así como del lugar donde se instalen los sensores empleados. Este nuevo concepto recibirá el nombre de *Smart World*, y sus aplicaciones o servicios resultantes, independientemente del origen de su necesidad, cumplirán algunos o todos de los siguientes objetivos: operación, mantenimiento, optimización y automatización de infraestructuras; seguridad y protección; movilidad y transporte; urbanismo; ahorro energético y eficiencia energética; sostenibilidad; evolución y control medio ambiental; y calidad de vida ◀◀

1 Hernández, L. (2014). Aplicación de Técnicas No Lineales y Otros Paradigmas en Smart Grid/Microgrid/Virtual Power Plant. *PhD thesis, ETSI de Telecomunicación (Spain)*.

2 Hernández, L., Baladrón, C., Aguiar, J.M., Calavia, L., Carro, B., Sánchez-Esguevillas, A., Cook, D.J., Chinarro, D., and Gómez, J. (2012). A Study of the Relationship between Weather Variables and Electric Power Demand inside a Smart Grid/Smart World Framework. *Sensors*, 12(9):11571-11591.