

Uso inteligente de la energía, las Smart Grids dentro de una Smart City.

Carlos Rivas Pereda. Responsable de I+D+i Electrotecnica Industrial y Naval, SL. ES-15008 A Coruña. [crivas@elinsa.org.]

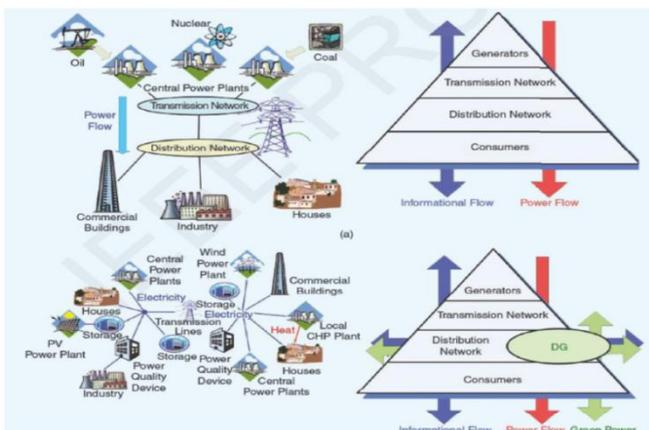
El modelo de nuestra red eléctrica actual se diseñó hace más de un siglo. En esa época nuestras necesidades de electricidad eran básicas. La generación de energía estaba enfocada y se desarrolló de forma local en base a comunidades. El consumo eléctrico era pequeño, apenas se contaba con unas bombillas y algún aparato básico [1].

La red eléctrica se diseñó para que las empresas generadoras pudieran suministrar energía a los consumidores a los que se les cobraba por la energía consumida. Esto nos presenta una interacción unidireccional con limitaciones. Este modelo dificulta la capacidad de la red eléctrica para dar respuesta a la creciente demanda de energía en este siglo, que está sujeta a un continuo cambio [2, 3].

Las redes inteligentes o Smart Grid incorporan un dialogo bidireccional donde se intercambia energía e información entre la empresa de servicios energéticos y los consumidores. Esta red incorpora a parte de los sistemas de comunicación: sensores, controles, sistemas de tratamiento de datos, etc. Todos estos elementos interaccionan haciendo la red más inteligente, fiable, segura y respetuosa con el medio ambiente. Esta red permite convivir sistemas de generación tradicionales con sistemas de generación en base a energías renovables. Además como consumidores informados podemos tomar decisiones de consumo y colaborar con el equilibrado de la red eléctrica en base a las necesidades propias y las de las empresas de servicios energéticos.

El sistema eléctrico actual, es un sistema eléctrico centralizado. Tenemos grandes plantas generadoras de energía, que están generando la energía, por otro lado tenemos a los consumidores. Los generadores siempre han de estar sobredimensionados para poder garantizar el suministro en todo momento, también en los momentos de consumo pico.

La generación siempre es ligeramente mayor que la demanda para garantizar el suministro, lo que implica que tenemos que quemar la energía excedente en momentos instantáneos. En este tipo de sistema no existe una comunicación fluida entre generación y consumidor. El consumidor consume según necesidad y aporta los datos globales de consumo de cara a la facturación. El sistema eléctrico se comunica con los centros de transporte y distribución en los cuales tiene capacidad de maniobra para poder regular el sistema de energía eléctrica. Esto nos obliga a conectar y desconectar sistemas de generación eléctrica según consumo. Los principales perjudicados suelen ser los sistemas de generación con energías renovables. [4]



Una Smart Grid o red inteligente sin embargo potencia el concepto de una red energética distribuida. Esta red inteligente emplea productos y servicios innovadores junto con monitorización inteligente, técnicas de control, comunicaciones y tecnologías de autoajuste con el fin de:

- Fomentar la participación de los usuarios de forma activa en la red.
- Permitir la coexistencia en la red de todo tipo de generadores, independientemente de su tamaño o tecnología.
- Suministrar a los usuarios una mayor cantidad de información y opciones a la hora de seleccionar el suministro eléctrico.
- Reducir el impacto ambiental por medio de mejoras en la eficiencia de la generación, almacenamiento y el transporte energético.
- Mejorar el nivel de la energía eléctrica generada,

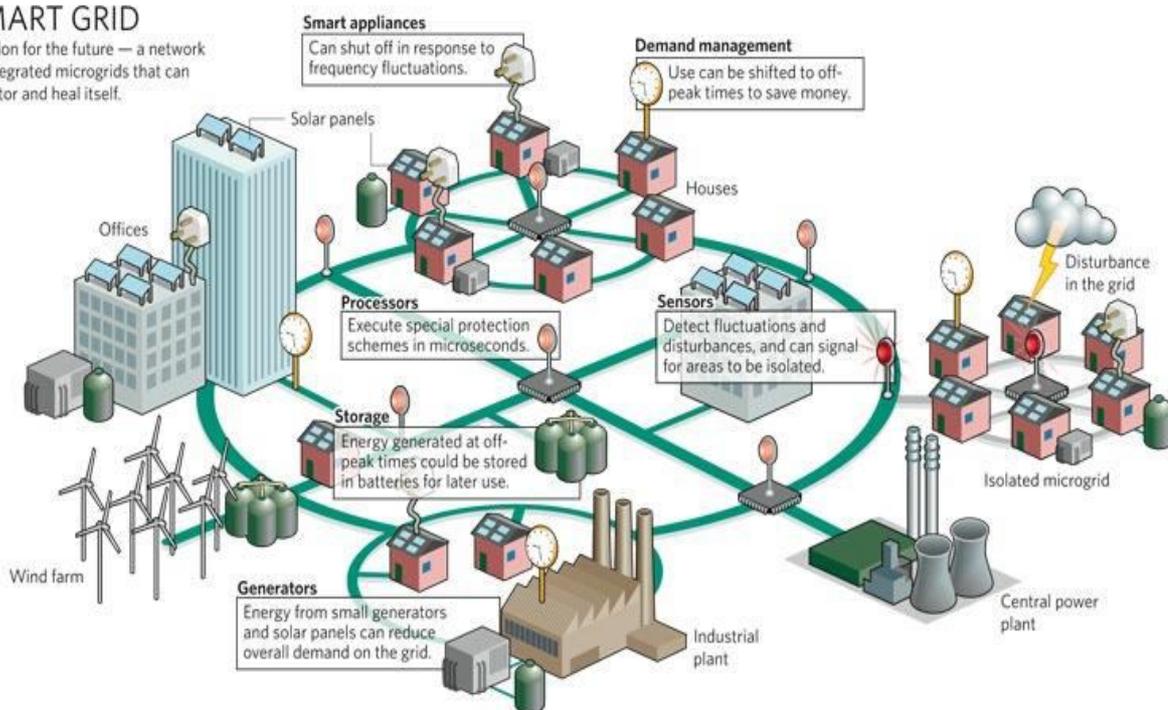
permitiendo al usuario que lo requiera disponer de cierto grado de calidad en su suministro energético.

- Mejorar y ampliar los servicios energéticos de forma eficiente.

En resumen, una Smart Grid se basa en el uso de sensores, comunicaciones, capacidad de computación y control, de forma que se mejora en todos los aspectos las funcionalidades del suministro eléctrico. Un sistema se convierte en inteligente adquiriendo datos, comunicando, procesando información y ejerciendo control mediante una realimentación que le permite ajustarse a las variaciones que puedan surgir en un funcionamiento real. Gracias a todas estas funcionalidades aplicadas a la red, es posible conseguir las características descritas anteriormente.

SMART GRID

A vision for the future — a network of integrated microgrids that can monitor and heal itself.



METODOLOGÍA/SECCIÓN EXPERIMENTAL

UNA SOLUCIÓN MUCHOS CAMPOS DE TRABAJO.- Las Smart Grids van a implicar un gran esfuerzo en muchos y diferentes campos de la ingeniería.

A continuación se representan en una tabla las principales características que implementarán una Smart Grid:

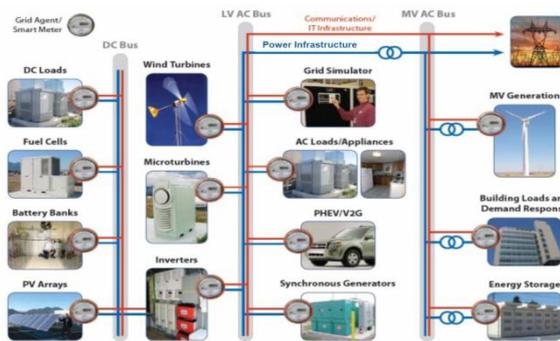
Característica.	Smart Grid
Automatización.	Se van a integrar sensores, actuadores, tecnologías de medición y esquemas de automatización en todos los niveles de la red.

Inteligencia y control.	Se desea la creación de un sistema de información e inteligencia distribuida en diferentes sistemas, posibilidad de interacción. Se desea que el sistema permita conectividad e iteración a través de comunicaciones con otros sistemas SmartGrid, para posibles colaboraciones en la regulación de un sistema mayor.
Autoajuste.	Automáticamente detecta y responde a transmisiones actuales y problemas en la distribución. Su enfoque se basa en la prevención. Minimiza el impacto en el consumidor.
Participación del consumidor y generación distribuida.	Incorporación de generación distribuida, nos obliga a coordinarnos a través de la red inteligente. En esta generación participan los sistemas generadores con la entrega del exceso energético generado localmente. Prever la posibilidad de comunicarse a través de un sistema de comunicaciones con un gestor superior que dé órdenes de potencia activa y reactiva transmitidas a la red.
Resistencia ante ataques.	Debe ser resistente ante ataques y averías con una rápida capacidad de restauración.
Gestión de la demanda	Incorporación criterios de prioridad de los consumidores, que permiten ajustarse a esquemas de seguridad y eficiencia energética, posibilidad de incorporar datos de precios y seguimiento de programas de operación y consumos.
Calidad eléctrica.	Posibilidad de supervisión de calidad eléctrica. Posibles identificaciones y resolución de problemas de calidad eléctrica. Esto se considerara posible, en función de las posibilidades de los sistemas generadores y los analizadores de red. Posibilidad de incorporar varios tipos de tarifas para varios tipos de calidades eléctricas (continuidad de suministro).
Capacidad para todas las opciones de generación y almacenamiento.	Flexibilidad en el número de dispositivos generadores y almacenadores de energía, para complementar a las grandes plantas generadoras. Conexiones cercanas al "PlugAndPlay" (esto se considerara en función de las facilidades dadas por los fabricantes de los equipos generadores). Enfocado principalmente a energías renovables.
Optimización de bienes y funcionamiento eficiente.	Sensado y medida de las condiciones de la red. Tecnologías integradas para la gestión de los sistemas. Mantenimiento basado en las condiciones de la red.

Esto implica el desarrollo de distintos elementos como [5]:

- Sistemas de generación energéticos inteligentes que puedan ajustar su generación en función de criterios de seguridad, calidad, económicos, etc.
- Sistemas de almacenaje eficiente de la energía eléctrica. Este es un punto clave de las Smart Grids, ya que el que domine el almacenaje podrá usar la energía a su antojo, aprovechando al máximo sus recursos energéticos locales y evitando el transporte.
- Sistemas de medición que pueden integrar desde sensores de parámetros eléctricos hasta sensores que puedan determinar calidad de los servicios obtenidos en base a la energía eléctrica como temperatura, humedad, etc. Pasando por sistemas de detección de averías.
- Sistemas de comunicación. Debido al gran flujo de datos que se van a generar tanto a nivel generación, como a nivel transporte como a nivel consumidor, todo este flujo de datos ha de ser arbitrado por una gran red de datos que sea capaz de generar información útil para los diferentes partes intervinientes en el sistema. Esto es:
 - El sistema generador tendrá que ser capaz de conocer el estado de la red y del consumo, incluso a un nivel de previsión de consumo futuro, conociendo las intenciones de uso de energía de los consumidores.
 - El sistema de transporte deberá conocer los flujos de energía que debe administrar conociendo dónde están los generadores y consumidores y su estado. También deberá ser capaz de saber las previsiones de generación y consumo en base a climatologías, horarios, incluso previsiones de producción.
 - El consumidor deberá de ser capaz de decidir cuándo quiere consumir teniendo en cuenta el coste de la energía en cada momento presente y futuro inmediato.
- Sistemas de control. El elemento más complejo del sistema, ya que es el que toma las decisiones en función de los datos transmitidos. Los controles pueden ser tan básicos como conectar y desconectar un equipo, o tan complejos como el equilibrar técnico-económicamente las fuentes energéticas a las necesidades de los

consumidores teniendo en cuenta factores como la fiabilidad, calidad, seguridad, coste, beneficio, previsiones de generación y consumo, etc. Esto hace que existan sistemas de control locales, a nivel de las máquinas de generación, convertidores electrónicos usados para convertir la energía eléctrica de generadores y sistemas de acumulación hacia la red y a la inversa de red hacia consumidores. Estos elementos son a su vez supervisados desde un elemento de control de orden superior que mediante medidores de energía inteligentes es capaz de ver los flujos de energía y los consumos de los consumidores.



El sistema de control puede ser de diferentes niveles. Podemos empezar en un control a nivel casa inteligente, empresa inteligente. Este será supervisado por controles a nivel de zona, ciudad, y de ahí a los distintos sectores de la red eléctrica global.

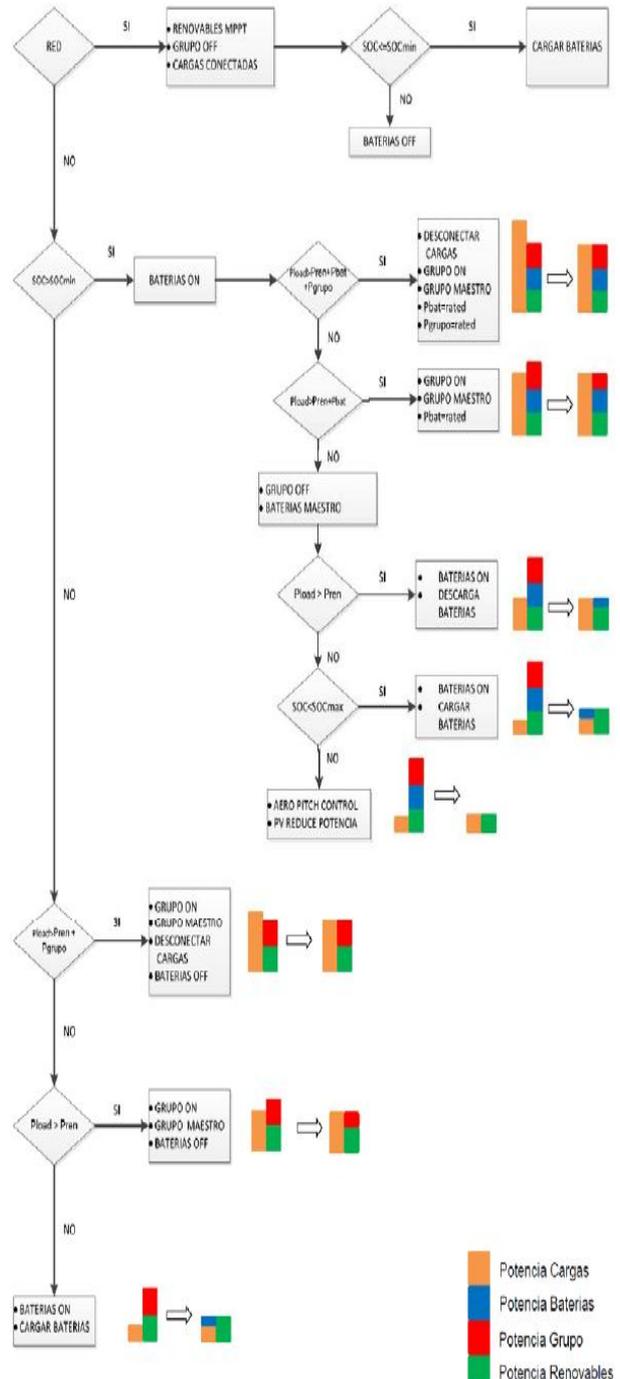
Criterios de control la clave de la red inteligente.- Como ejemplo de la complejidad del control ELINSA ha estado trabajando tanto en convertidores electrónicos inteligentes con capacidad de control del punto de trabajo para sistema de generación con energías renovables, como en sistemas de control para SmartGrids. [6]

Cuando se trabaja en estas tecnologías aparecen las primeras preguntas ligadas a los criterios de control. Estos criterios deben definirse dependiendo de cada situación de contorno. Datos como el tipo de red eléctrica, si esta existe, si es una red estable, si la red puede absorber toda la energía disponible y un largo etc. van a definir nuestros criterios a la hora de definir nuestros criterios de control.

¿Podemos minimizar el uso de un sistema de generación fósil sin arriesgar la continuidad de servicio? ¿Es la continuidad de servicio imprescindible en nuestra red? ¿Queremos un sistema de baterías que se comporte como SAI de la red? ¿Preferimos

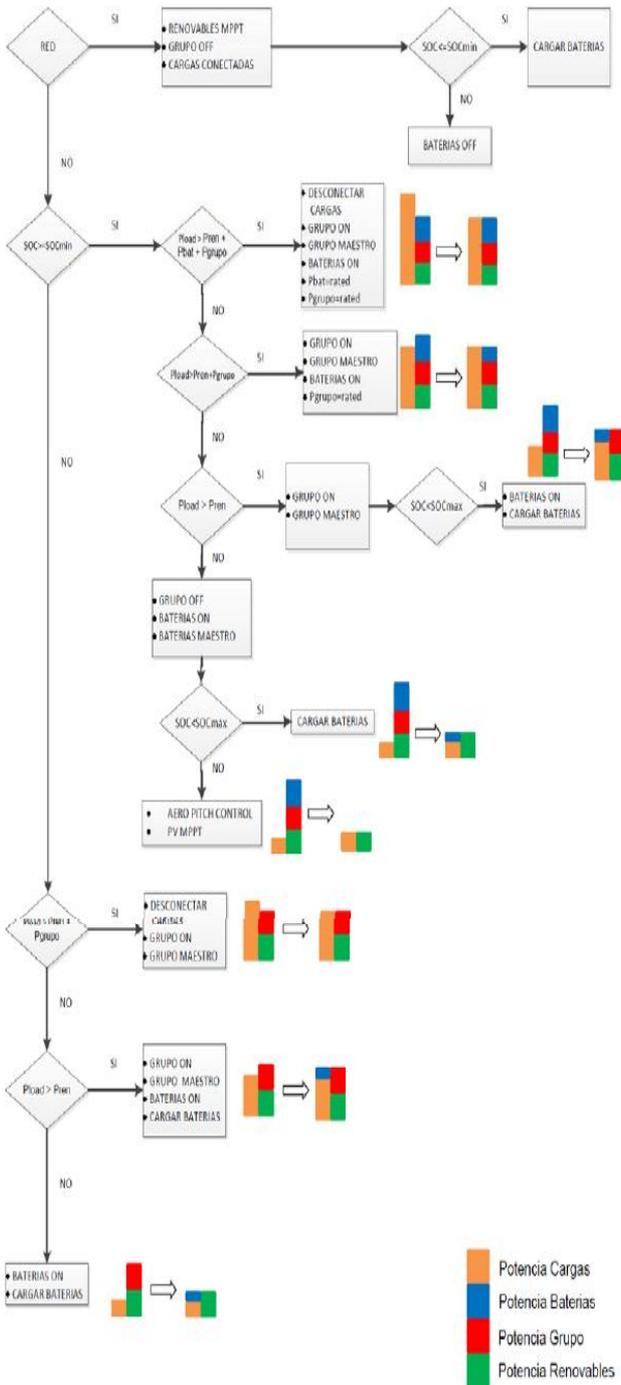
que las baterías actúen como reguladores de los flujos de potencia? ¿Las energías renovables pueden generar todo lo posible en todo momento? ¿Las fuentes de energía han de ser capaces de regularse?

Estas y muchas preguntas más, definen nuestro contorno junto con los costes de la instalación.



Smartgrid - ELINSA

Estrategia 1: Minimizar Grupo (Fuentes Fósiles)



Smartgrid - ELINSA

Estrategia 2: SOC=SOCmax (SAI)

En base a esto definimos los criterios bajo los cuales crearemos redes de control como las que presentamos en las figuras superiores. En estas figuras presentamos dos casos concretos, que analizó ELINSA en su momento.

A parte de esto criterios de control también hay que tener en cuenta los criterios energéticos, que nos van a ayudar principalmente junto con los criterios de contorno a definir la dimensión de los equipos a instalar de generación, acumulación, etc.

En la siguiente figura podemos ver la evolución de la potencia en diferentes elementos de una Smart Grid partiendo de los perfiles eólico y solar, potencias en los sistemas de almacenamiento de energía, potencia generada mediante sistemas fósiles, etc.

Este tipo de simulaciones como la desarrollada por ELINSA nos permite visualizar comportamientos que nos ayudan a definir necesidades en función de la situación de contexto. Estas simulaciones se pueden hacer a corte medio y largo plazo viendo diferentes efectos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El cambio de la vieja red eléctrica hacia una nueva red basada en el concepto SMART ya está en marcha. En estos momentos este camino acaba de empezar y está haciéndose poco a poco. A nivel tecnológico esto nos lleva a encontrarnos con una serie de riesgos a la hora de llevar a cabo esta tarea, pero al mismo tiempo es una gran oportunidad para el desarrollo de tecnologías de futuro.

El desarrollo tecnológico irá desde sistemas de generación flexible e inteligente, hasta sistemas de control de consumo basados en necesidades reales monitorizadas por sensores capaces de medir confort, producción u otra necesidad real.

La clave de las oportunidades vendrá dada por nuestra capacidad de ingeniería y desarrollo y de poder llevar nuestros productos a un mercado de forma competitiva.

MÁS INFORMACIÓN

- [1] A. Carvallo, J. Cooper. "The Advanced Smart Grid: Edge Power Driving Sustainability". Artech House. 2011.
- [2] B. Black, R. Flarend. "Alternative Energy" Greenwood Press, 2010.
- [3] B. Maclay, "The New Net Zero: Leading-Edge Design and Construction of Homes and buildings for a Renewable Energy Future" .Green Publishing, 2014.
- [4] R. Caballero Sánchez, "Infraestructuras en red y liberalización de servicios públicos" Instituto Nacional de Administración pública. Madrid. 2003.
- [5] J. Doval, C. Rivas. "XVI Avances en Ciencia e Tecnología 2013" organizado por el CEG y la RAGC. 2013.
- [6] A.A.V.V.: UO y Elinsa, Informe de Proyecto "Sistema de control de SmartGrid". 2013.