

Futuro tecnológico de la red de transporte

Antecedentes

La historia de la electricidad se remonta miles de años. Thales de Miletus fue el primero que cerca del 600 AC conociera el hecho de que el ámbar, al ser frotado adquiere poder de atracción sobre algunos objetos. Antes de 1800 el hombre iluminaba sus hogares con fuego, velas, lámparas de aceite vegetal y keroseno, y usaba como fuerza motriz la del hombre por sí mismo, los animales, el viento, el agua y el vapor. Pero fue con la revolución industrial cuando se empezó a utilizar el término electrón y electricidad. En 1845 Gustav Kirchoff enuncia la Ley de Corrientes y la Ley de Tensiones que hoy siguen vigentes para la resolución de circuitos y que son los fundamentos para el control de flujos de la actual Red de Transporte Eléctrico.

La red de transporte eléctrico ha ido creciendo y desarrollándose con el objeto de satisfacer las necesidades de la sociedad. En nuestros días, mientras el crecimiento de la demanda (previsto en un 3% anual hasta 2011) obliga a operar la red cada vez más cerca de sus límites técnicos, los sistemas de transporte se enfrentan a una contradicción. Por una parte existe una presión en contra del desarrollo de la red de transporte eléctrico, debida a la incertidumbre en la estabilidad del marco regulatorio, al desconocimiento de los emplazamientos de nueva generación, a los requisitos medioambientales cada vez más exigentes y al rechazo social. Pero, al mismo tiempo desde la sociedad se exige que el suministro llegue a todos los rincones y que aumente la calidad de suministro, a pesar de tener una disponibilidad de la red de 99,012 % en España y 98,409 % en Europa. Quizás haya quien crea que es suficiente, pero está muy lejos del 99,9999 % de fiabilidad de la aviación civil.

La convergencia entre los requerimientos a los que se somete el sistema eléctrico de hoy pasa entre otros factores, por investigar y desarrollar

nuevas tecnologías que nos conduzcan a alcanzar la red eléctrica del futuro.

Retos Tecnológicos de la red eléctrica del futuro

Red Inteligente, IntelliGrid, Smart Grids, Grid-Wise, Wisdom Grid, Grid Miner... Estos son algunos de los términos y proyectos que suenan con fuerza en los foros de Investigación cuando se habla de la red eléctrica del futuro. Asimismo a esta red se le confiere las siguientes características clave:

- Que sea una Red Auto-Reparable ("Self-healing" grid), capaz de detectar, analizar, responder y repararse ante perturbaciones.
- Que incorpore al consumidor como parte importante del sistema; que la red pueda identificar y gestionar la demanda operable del sistema y ésta sea un parámetro más para la operación.
- Que sea una red tolerante a ataques y esté protegida ante catástrofes de origen medioambiental y cyber ataques.
- Que aporte la calidad de suministro adaptada a las necesidades de los clientes.
- Que sea capaz de adaptarse a una gran variedad de fuentes de generación de energía centralizada y distribuida.
- Que permita el pleno desarrollo de mercados eléctricos, siendo capaz de gestionar multitud de transacciones derivadas de la liberalización del mercado.
- Que optimice los activos existentes, maximizando la capacidad de transporte en cada instante.

El reto de alcanzar la red inteligente del siglo 21 hace necesario trazar puentes basados en investigación, desarrollo y nuevas tecnologías que permitan tener un control total sobre la red en tiempo real.

Los puntos de vista entre las distintas fuentes consultadas, coinciden en la definición de las características que ha de tener la red del futuro. La

Tabla 1

Fuente "The Emerging Smart Grid" [5]

<i>Red del siglo 20</i>	<i>Red del siglo 21</i>
Electromecánica	Digital
Comunicaciones en una dirección (si las hay)	Comunicaciones bidireccionales
Construidas para una generación centralizada	Es capaz de integrar generación distribuida
Algunos sensores	Red monitorizada y con sensores
Red "ciega"	Auto monitorizada
Restauración manual	Restauración semi-automática y, eventualmente, Autorecuperable
Propensa a fallos y apagones	Protecciones adaptativas y creación de islas
Comprobación de los equipos de manera manual	Equipos con operación remota
Toma de decisiones de emergencia a través de comisionos y teléfono	Decisiones basadas en sistemas, fiabilidad predictiva
Control limitado sobre flujo de potencia	Total control sobre flujos de potencia
Información sobre el precio de la electricidad limitado	Información total sobre el precio de la electricidad
Consumidores sin apenas elección de suministrador	Consumidores con un amplias posibilidades de elección

visión de la red del 2030 que propone el DOE (Departamento de Energía de Estados Unidos) basa sus explicaciones en la investigación, inversión y éxito del desarrollo de cinco tecnologías críticas:

Almacenamiento de energía: desde las pequeñas baterías a nivel de usuario hasta los grandes sistemas de almacenamiento como reserva para la operación de redes de alta tensión...

Electrónica de Potencia: FACTS, Compensadores de reactiva, carburo de silicio como nuevo material para la construcción de electrónica...

Conductores de Alta Temperatura Superconductores (HTS).

Inteligencia distribuida, controles inteligentes y recursos de energía distribuida: Instalación de sensores, equipos de adquisición de datos y desarrollo de nuevos algoritmos de control ...

Conductores Avanzados: Nuevos materiales, aleaciones, nanotecnología. Cables subterráneos, cables de altas prestaciones y baja flecha...

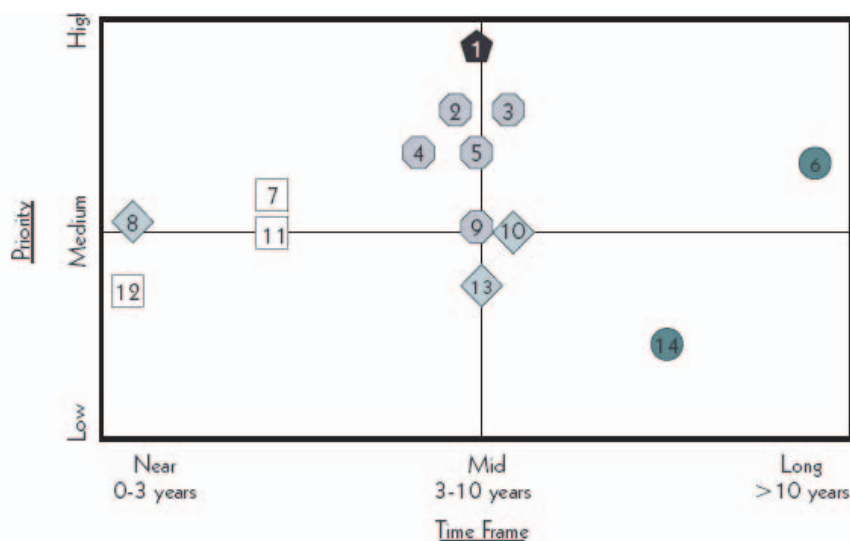
Algunas apuestas tecnológicas de la red de transporte a corto-medio plazo

- **Facts**

Es un hecho que actualmente, la red de transporte es una red de evacuación de energía, convirtiéndose en una red de equilibrio "incontrolable" movida por la inercia en la que se sabe por dónde se inyecta la energía, pero no cuáles son los caminos hasta que llega a su destino. Pero, ¿es posible hacer que la red de transporte sea realmente inteligente y pueda dirigir la energía a gusto del operador? En definitiva: ¿es posible superar a Kirchoff?. Si bien Kirchoff es una ley que emana de la propia naturaleza de la electricidad, existen tecnologías recientes que permiten, cuanto menos, comprometerle y tratar de dirigir la energía.

HVDC (High Voltage DC) y **FACTS** (Flexible Alternating Current Transmission Systems), apare-

Gráfico 1. Fuente DOE. [4]



- ◆ Almacenamiento de energía: desde las pequeñas baterías a nivel de usuario hasta los grandes sistemas de almacenamiento como reserva para la operación de redes de alta tensión...
- ◆ Electrónica de Potencia: FACTS, Compensadores de reactiva, carburo de silicio como nuevo material para la construcción de electrónica...
- Conductores de Alta Temperatura Superconductores (HTS).
- Inteligencia distribuida, controles inteligentes y recursos de energía distribuida: Instalación de sensores, equipos de adquisición de datos y desarrollo de nuevos algoritmos de control ...
- Conductores Avanzados: Nuevos materiales, aleaciones, nanotecnología. Cables subterráneos, cables de altas prestaciones y baja flecha...

cen como soluciones para “dirigir” la energía. FACTS es una tecnología basada en la incorporación de electrónica de potencia para el control de flujos que a pesar de estar basada en conceptos utilizados hace dos décadas aún no se puede considerar una tecnología madura. A este respecto, Red Eléctrica va a dedicar esfuerzos a la aplicación de un nuevo concepto para el control de flujos de potencia: los FACTS distribuidos.

- **Medida directa y sincronizada de fasores**

La necesidad de observar el comportamiento de la red de transporte ante incidentes y de monitorizar la red eléctrica hace necesario la aplicación de la tecnología basada en la medida directa de sincrofasores en la red. Las aplicaciones de esta tecnología van desde la medida de fasores para la detección y localización de faltas, el control y la monitorización de la red de transporte, hasta la estimación de estado, la predicción en

tiempo real de las inestabilidades y el análisis de respuesta dinámica del sistema. En paralelo a los fasores se están desarrollando líneas de investigación para monitorizar la red de transporte aplicando el concepto de WAMS (Wide Area Measurement Unit).

- **Conductores avanzados**

Se dice que el cable “ideal” es el que tiene la conductividad del cobre puro, la ligereza del aluminio y la resistencia y dureza del acero. Hasta el momento, el conductor utilizado en las líneas de transporte origina unas pérdidas totales en el sistema de aproximadamente un 2 %*. Con el objeto de minimizar pérdidas, aumentar la capacidad de transporte y reducir la flecha, se va a iniciar, a modo de prototipos, la instalación en la red de transporte cables de altas prestaciones para evaluar su comportamiento y así dar un paso hacia la red del futuro.

Conclusiones

Es obvio que se está produciendo un cambio inevitable en la red de transporte provocado por el aumento de la demanda, condicionantes de tipo medioambiental y rechazo social, el cual solamente está comenzando.

La integración masiva y deslocalizada de nuevas fuentes de generación eléctrica hacen necesario dotar a las redes electricidad de flexibilidad para satisfacer la demanda creciente y cada vez más dispersa de la energía.

Por otra parte, la naturaleza del transporte de electricidad requiere una infraestructura rígida y de

gran envergadura que encuentra cada vez más obstáculos para su desarrollo y expansión, por este motivo es necesario apoyar y valorar los esfuerzos en INVESTIGACIÓN y DESARROLLO para hacer posible la incorporación de nuevos equipos de control y monitorización que permitan optimizar la red existente.

FACTS y FASORES, unidos a una utilización cada vez mayor de las tecnologías de la información y de las comunicaciones, son algunas de las tecnologías que, a corto y medio plazo, pueden ayudar a que la red eléctrica de transporte sea una red más INTELIGENTE.

Cristina Gómez

Coordinadora Area I+D+I de REE

Notas:

* Valor aproximado en la red de transporte de España.

[1] Líneas Tecnológicas en REE". Red Eléctrica de España. Abril 2003

[2] Plan operativo I+D+I. 2004-2008". Red Eléctrica de España. Octubre 2003.

[3] Grid 2030. A National Vision for Electricity's second 100 years. United States Department of Energy. Julio 2003.

[4] National electric Delivery Technologies Roadmap". United States Department of Energy. Enero 2004.

[5] The Emerging Smart Grid. Investment and entrepreneurial Potential in the Electric Power Grid of the future". Global Environment Fund. Octubre 2005.