



Desarrollos de Smart Grids para el fomento de la Eficiencia Energética

Palabras clave: Redes inteligentes, Medida inteligente, Gestión activa de la demanda, Regulación, Mercado en competencia, Integración vertical

Key words: Smart Grids, Smart Metering, Active Demand Response, Regulation, Competitive Market, Vertical integration

Resumen

Una de las componentes futuras de la mejora en la eficiencia energética es la gestión activa de la demanda eléctrica. En este artículo se repasa su contribución estimada así como las expectativas declaradas en EE UU y en la Unión Europea donde, a diferencia de lo que se está desarrollando en aquel país, no se ha iniciado su utilización con volúmenes significativos. En ese entorno europeo es donde se han llevado a cabo o están en curso los proyectos más significativos en los que Iberdrola participa muy activamente: dos son españoles, el GAD y el PRICE, y dos son europeos, el ADDRESS y el ADVANCED. El artículo detalla sus principales características, logros y objetivos finalizando con el recordatorio del despliegue de Smart Grids, marco donde debe ordenarse la gestión activa de la demanda.

Abstract:

One of the future components for the improvements of energy efficiency is the active demand response. This article reviews its estimated contribution as well as the expectations declared in U.S. and E.U., where, differently to what is being done in that country, still is not been used with relevant volumes. Within this european frame, main projects with an active participation from IBERDROLA, either have been or are being developed: two are spanish, GAD and PRICE, and two are europeans, ADDRESS and ADVANCED. The article details their main characteristics, objectives and achievements finalizing with the remind of the Smart Grids deployments, where the demand response has to be established.



Miguel A. Sánchez Fornié

Ingeniero del ICAI (Promoción 1974). Director de Sistemas de Control y Telecomunicaciones de IBERDROLA.



Roberto González Sainz-Maza

Ingeniero Industrial (ETSII Bilbao). Proyectos Europeos Grid de IBERDROLA

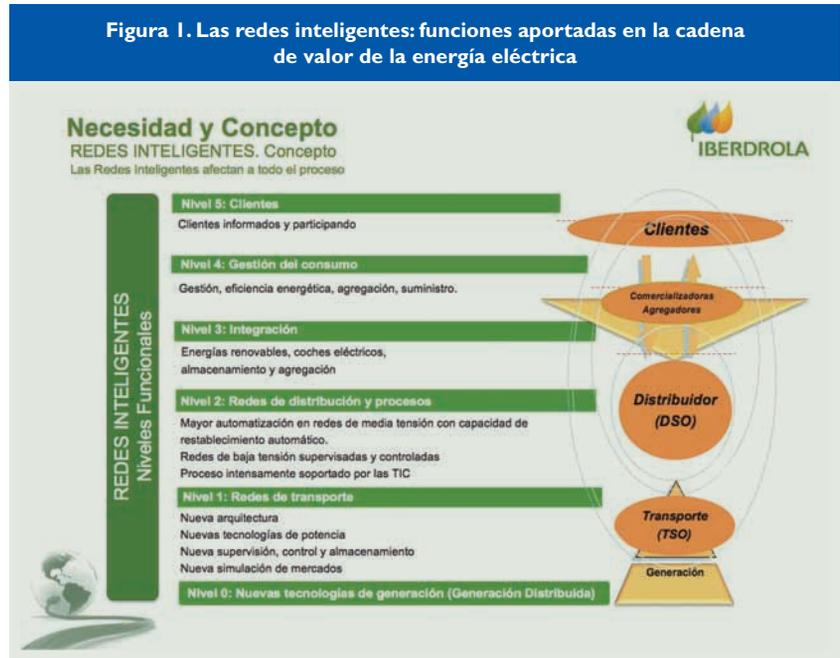
La Eficiencia Energética y las redes inteligentes

Es bien conocido que el concepto de redes inteligentes afecta a toda la cadena de valor de la energía eléctrica. La utilización intensiva y masiva de las tecnologías de la información y de telecomunicaciones (TIC), aplicadas a todas las infraestructuras y servicios de la actividad eléctrica, permite su ejercicio de forma más segura, más eficiente, de mayor calidad y con una participación de todos los agentes, incluidos los usuarios. Si bien esta utilización de las TIC ya se está empleando de forma casi completa en Generación y en Transporte, todavía queda una enorme labor por desarrollar en las redes de Distribución y el consumo final, sobre todo en el comercial y doméstico. Uno de los sistemas más útiles para la sociedad, como es el eléctrico, va a ser supervisado y controlado en su conjunto y hasta su último detalle, por primera vez en su ya larga historia. Y además, se hará en tiempo real, requisito imprescindible en un sistema, cuyo producto exige que la producción y el consumo se mantengan iguales en todo momento, para que el sistema sea estable.

Pero es que, además, las TIC harán posible que en este sistema se alcance el deseable funcionamiento de un mercado del producto eléctrico en el que los clientes pueden tomar sus decisiones, de forma que la demanda pueda reaccionar ante una oferta para que se determinen los precios de un mercado en libre competencia. No es fácil, queda todavía mucho por hacer; pero la tecnología lo hace posible. Otra cosa es que la regulación lo permita en un complejo sistema donde hay muchas restricciones impuestas por la propia física del producto eléctrico y donde, en cualquier caso, debe prevalecer la seguridad para las personas y para el medio ambiente.

Si se tuviera que elegir al principal obstáculo para un desarrollo de las Smart Grids, seleccionaríamos sin duda a la regulación. El reconocimiento de las inversiones necesarias y el establecimiento de un sistema para su justa y predecible remuneración es el principal problema de su

Figura 1. Las redes inteligentes: funciones aportadas en la cadena de valor de la energía eléctrica



desarrollo en las redes. Además, el establecimiento de un sistema que permita la retribución, con margen, al suministro por los diferentes servicios, en plena competencia, abandonando el rígido esquema de tarifas que conllevan todo tipo de externalidades al propio sistema, es el gran problema regulatorio que afecta a la funcionalidad en el consumo.

Pero, de una forma u otra, esos obstáculos y otros, como el tecnológico que supone el almacenamiento eficiente distribuido, se irán salvando de manera que nuestro sistema eléctrico del futuro sea más perfecto (1)

Estamos ante un gran cambio que sin duda se combinará con el que ya vivimos para muchos otros ámbitos a través de Internet. Esa combinación de gran cambio en la comunicación, con gran cambio en la energía, es la base de Rifkin (2) para definirlo como la Tercera Revolución Industrial. Y en ese cambio energético, las Smart Grids tienen un gran papel, apoyadas por el gran almacenamiento que, según él, permitirá el hidrógeno. En cualquier caso, sea o no revolución industrial, no deberíamos tener duda de que este cambio va a transformar profundamente a la actividad de la energía eléctrica.

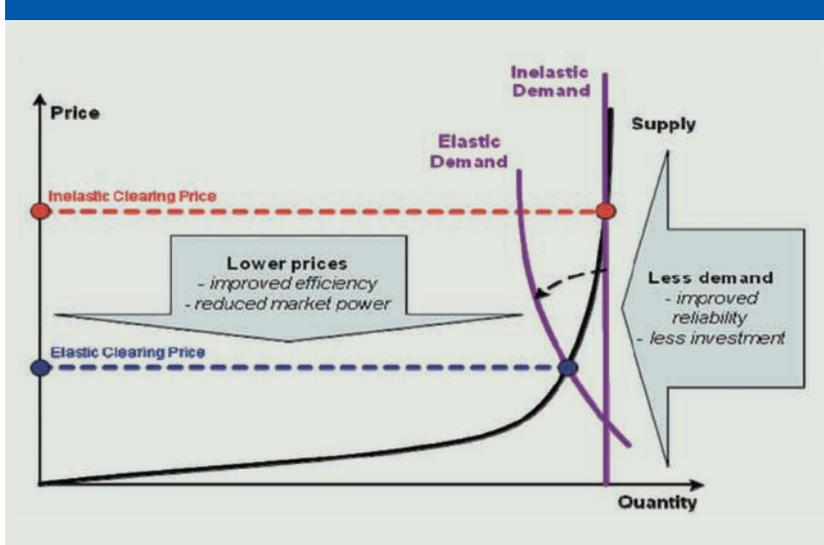
¿Cómo contribuirán las Smart Grids a mejorar la eficiencia energética? De muchas formas. Para empezar, una

directa: la eficiencia operativa, que se obtiene en la gestión de las infraestructuras, tiene su traducción directa en eficiencia energética para el sistema. Una reducción en las pérdidas, de todo tipo, y una mejor calidad en el servicio en las redes representan una mejora en la eficiencia del conjunto del sistema.

Sin embargo, es en el consumo eléctrico donde cabe esperar una enorme mejora en la eficiencia energética. A través de dos vías principales: la comunicación o información del mismo, con todo detalle, al usuario, y la otra, ofrecer la posibilidad de variación o adaptación de ese consumo con objeto de contribuir a la eficiencia del conjunto del sistema. Esta última vía es la base conceptual de la gestión activa de la demanda.

En todo caso se está buscando un ahorro en el propio consumo o en el conjunto del sistema. Para el primero, el del consumo propio, mediante la utilización de electrodomésticos, y todo equipo que consuma energía eléctrica, más eficientes, y de forma más inmediata mediante el cambio de hábitos de consumo (es reciente el ejemplo recogido por Google de quien emplea el horno para tostar pan). Para el segundo, el del conjunto del sistema, mediante la gestión activa de la demanda.

Figura 2. Elasticidad de la demanda eléctrica



En el informe de Cooke (3) publicado por la Agencia Internacional de la Energía se recoge la demostración de reducción de máximos de la curva de carga en un 5% y se defiende la posibilidad de alcanzar hasta un 15%, o incluso un 20% en dicha reducción.

La base teórica sobre la que se sustenta la gestión activa de la demanda se resume en la Figura 2. Se trata de aumentar la elasticidad al precio por parte de la curva de demanda. Parece demostrado que los clientes industriales de gran consumo se comportan con una demanda más elástica que en el caso de los clientes domésticos, pero incluso en este último caso se puede esperar una elasticidad en el entorno del -0,30 (% de cambio en la cantidad demandada como respuesta a un % de cambio en precio) con una evolución esperada, a largo plazo, hasta -0,80. Son cantidades relevantes que para el conjunto del sistema tienen impacto positivo.

El gran problema es cómo ponerlo en práctica. En primer lugar está la dificultad técnica de que debemos acercarnos al tiempo real para conseguir un mercado más "perfecto". La medida inteligente de consumo que se está desarrollando en la mayoría de los países no soporta estrictamente el tiempo real. Se acerca tan sólo.

Pero siendo ésta una dificultad, el problema más relevante es la dificultad regulatoria. En el mismo informe se cita

como barrera definitiva para la gestión activa de la demanda "Requisitos regulatorios que controlan indebidamente precios, restringen la selección por el cliente e incluso impiden que las entidades reguladas (hay que entenderlo en sentido amplio) desarrollen actividad y negocio basado en la gestión de la demanda". Verdaderamente, es en la regulación donde queda mucho por hacer, como ya se ha dicho anteriormente.

Recientemente y dentro de un proyecto patrocinado por la Comisión Europea (THINK), se ha realizado uno de los análisis más completos sobre la regulación aplicable a las empresas europeas de distribución eléctrica, que, como se ha dicho, son actores principales en el desarrollo y explotación de las redes inteligentes. Un equipo de la Escuela de Regulación de Florencia, dirigido por el profesor Pérez-Arriaga, ha elaborado un borrador, ya sometido a consulta pública, que con gran probabilidad se va a considerar una referencia para el posterior desarrollo de la regulación en los Estados miembros de la Unión (4). Precisamente por estar sometido a esa consulta, no vamos a citar ninguno de sus contenidos, solamente indicar que prevé un papel más activo para el distribuidor tanto frente a su necesaria coordinación con la empresa de transporte como con los comercializadores. Es en esta última relación donde cabe encajar a la gestión de la demanda.

En el marco del mismo proyecto THINK, se está elaborando un análisis sobre la gestión activa de la demanda en Europa con intención de recomendar unas actuaciones para su implantación y desarrollo. Todavía es pronto para citarlo con más detalle, pero también habrá que tenerlo muy en cuenta.

Casos de EE UU y Europa

En EE UU, la gestión de la demanda se está implantando. Por un lado, se configura como la utilización inmediata de los despliegues de medida inteligente que se han venido haciendo en aquel país, como así lo reconocen y requieren los reguladores en un gran número de sus Estados. Por otro lado, la integración vertical que se mantiene en todas las empresas, excepto las del Estado de Texas, hace fácil la justificación de la gestión de la demanda, sin más que oponerla al coste de nueva generación concentrada.

Desde un punto de vista global de eficiencia energética, es precisamente en los programas de ahorro en el consumo de electricidad donde se ha registrado la tendencia más positiva al haberse conseguido un ahorro de 22.016 GWh en el 2011, que supone un 19% de aumento frente al ahorro conseguido en el 2010 (5).

Por supuesto que gran parte de ese ahorro proviene del ahorro directo en el consumo y no se dispone de datos estadísticos fiables de la contribución de la gestión de la demanda, a pesar de que su relación con la eficiencia energética está bien estudiada (6).

Pero la gestión de la demanda se usa en aquel país. Basta con acceder a la web de una de las empresas (www.enernoc.com) más activas en este campo, para obtener una idea de los proyectos y casos llevados a la práctica.

Y, ¿en Europa? Pues, de momento, mucho de investigación y desarrollo y poco de aplicación práctica a suficiente escala. Es cierto que el asunto preocupa y despierta interés a nivel de la administración europea, pero la realidad de la operación del sistema eléctrico no permite una comparación con la práctica al otro lado del Atlántico.

La reciente Directiva de Eficiencia Energética (7) introduce requisitos de despliegue del consumo eléctrico así como de fomento de mercado de los servicios energéticos "a fin de asegurar la disponibilidad tanto de su demanda como de su oferta", si bien no llega a mencionar a la gestión de la demanda como uno de los métodos que contribuyen a la eficiencia energética.

También, a diferencia de EE UU, en Europa se están desarrollando muchos proyectos de redes inteligentes pero muy pocos despliegues totales como se ven en el primer país. El "Joint Research Center" (JRC), organismo dependiente de C.E. (DG Energy), se encarga de actualizar un inventario de proyectos (8) europeos habiendo identificado hasta final del 2012, 281 proyectos que suponen una inversión total de 1.800 millones de euros. Gran esfuerzo, pues, que supone una decidida apuesta por, al menos, adquirir y poner a punto la tecnología para un posterior despliegue, cuando la regulación lo permita.

No es fácil identificar exhaustivamente todos los proyectos relacionados con la gestión activa de la demanda pero, al menos, sí podemos señalar los principales y en todos ellos se ha situado Iberdrola como socio activo, tal y como se detalla más adelante.

Antes de hacerlo, conviene resaltar que en todos los planes de desarrollo futuro en Europa, ya sean tecnológicos o de negocio, la gestión activa de

la demanda juega un papel primordial. Citemos tan solo al reciente informe de Eurelectric en el que se resalta el papel de las empresas eléctricas como foco de innovación (9).

Proyectos de I+D+i de Iberdrola en materia de eficiencia energética. La gestión de la demanda eléctrica

Desde el año 2007 Iberdrola ha trabajado muy activamente en varios de los más importantes proyectos europeos en el ámbito de la gestión de la demanda eléctrica. Ese año iniciamos junto con otros 14 socios industriales y 14 universidades y centros de investigación, y con el apoyo de CDTI y bajo el programa CENIT, el proyecto GAD (Gestión Activa de la Demanda), en el que actuamos como coordinador del mismo. El principal propósito del proyecto es la optimización del consumo eléctrico y sus costes asociados mientras que se continúan satisfaciendo las necesidades de los clientes y los estándares de calidad.

Los objetivos más importantes eran la optimización de las infraestructuras, la mejora de la calidad de suministro, la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, la concienciación social sobre los costes de generación durante los picos de demanda, así como el desarrollo de las capacidades de la industria española en las Smart Grids y medida inteligente.

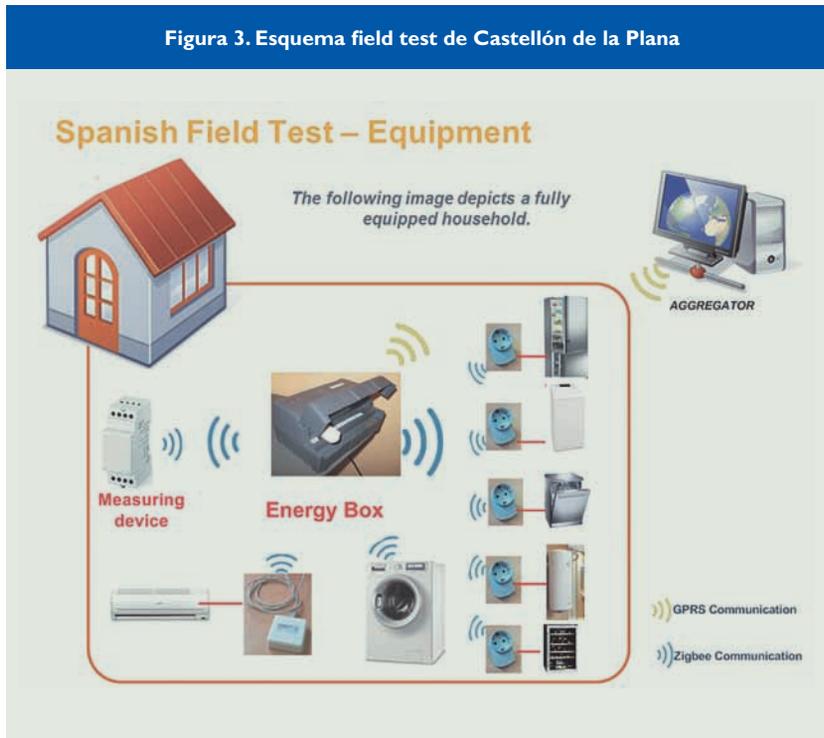
En el campo tecnológico fueron diseñados y desarrollados diferentes tipos de equipamiento y aplicaciones como las necesarias para Centros de Control de Distribución y de Transporte, definición de la arquitectura de comunicaciones desde el Operador del Sistema hasta los usuarios domésticos pasando por el Operador de Distribución, equipamiento de comunicaciones para subestaciones y centros de transformación, "Energy Boxes", contadores inteligentes, el Interfaz de Usuario, electrodomésticos inteligentes (aire acondicionado, lavavajillas, lavadoras, horno) así como enchufes inteligentes.

Por lo tanto, se diseñó y construyó todo el conjunto de elementos necesarios para poder llevar a cabo la gestión de la demanda en las redes eléctricas. Así mismo se probó el conjunto del sistema en una instalación real en Paterna (Valencia). No se descuidó el componente social y se realizaron completos estudios sobre los patrones de consumo eléctrico en el conjunto de España así como encuestas a clientes domésticos finales en relación a los usos de la energía eléctrica y la gestión de la demanda.

A mediados de 2008 iniciamos nuestra participación en el proyecto europeo ADDRESS (**A**ctive **D**istribution network with full integration of **D**emand and distributed energy **RES**ource**S**), financiado por la Comisión Europea



Figura 3. Esquema field test de Castellón de la Plana



dentro del Programa Marco FP7, y que ha durado 5 años. Su objetivo principal ha sido facilitar la demanda activa en el contexto de las redes inteligentes del futuro, así como la participación activa de consumidores domésticos en los mercados de energía eléctrica y la provisión de servicios de flexibilidad de la demanda a los diferentes agentes que operan en ese mercado.

La participación de Iberdrola en este proyecto ha sido relevante tanto desde el punto de vista de la coordinación del paquete de trabajo que ha desarrollado el software de aplicación y equipamiento ADDRESS, como por la preparación y ejecución del field test español en la ciudad de Castellón de la Plana.

Este piloto se ha desarrollado durante seis meses con unos 250 consumidores domésticos para los que se ha instalado "EnergyBoxes", enchufes inteligentes, lavadoras inteligentes (25) y dispositivos de gestión de equipos de aire acondicionado (30). Durante ese tiempo se han enviado desde el "agregador" más de un centenar de señales de precio-volumen, que han sido recibidas por las Energy Box y en base a las preferencias de los clientes han actuado conectando/desconectando los electrodomésticos unidos

a un enchufe inteligente, variando ajuste de temperatura del equipo de aire acondicionado, o actualizando la programación del inicio del ciclo de lavado de la lavadora inteligente. Los consumidores en todo momento tenían la posibilidad de retornar el control eléctrico de su vivienda a través de la funcionalidad de "override" del su interfaz de usuario.

Así mismo se han llevado a cabo tres entrevistas con los participantes de las cuales dos de ellas han sido a través de un cuestionario web al inicio y al final del piloto y otra más dos meses antes de su finalización. Esta última ha sido realizada por un equipo de sociólogos a través de entrevistas personales.

El piloto ha permitido validar el modelo ADDRESS, probar y optimizar el funcionamiento del equipamiento desarrollado por el proyecto, así como analizar las barreras para el despliegue masivo de la gestión de la demanda para consumidores domésticos.

En mayo de 2011 hemos tenido la oportunidad de arrancar, junto con Gas Natural Fenosa, el proyecto PRICE, (*Proyecto conjunto de Redes Inteligentes del Corredor del Henares*). Este proyecto está concebido como un demostrador que se apoya en las

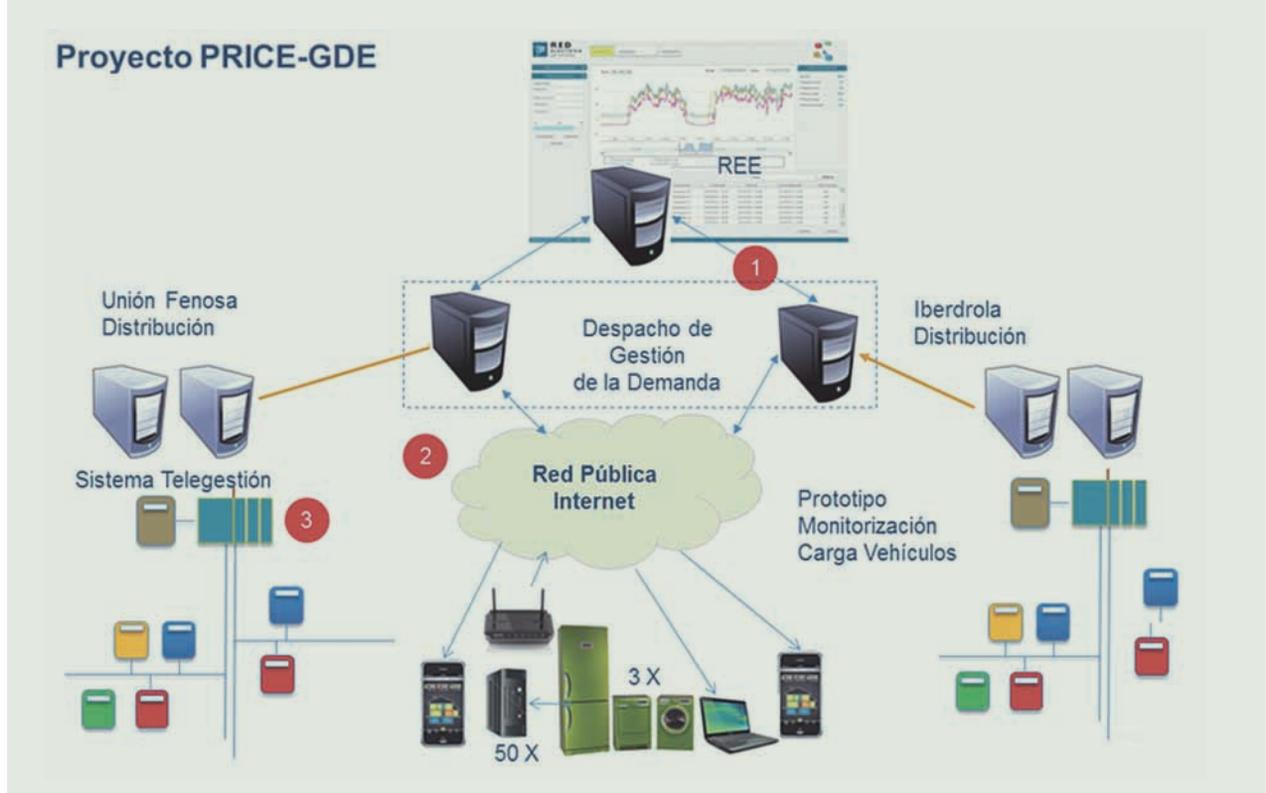
principales tecnologías de redes inteligentes disponibles en este momento. Financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad así como por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional a través del programa INN-PACTO, une fuerzas en torno a 21 socios españoles líderes en los ámbitos de la Distribución y Transporte eléctrico, proveedores industriales de equipamiento de Smart Grids, así como universidades y centros de investigación.

Los objetivos del proyecto cubren el despliegue de soluciones de supervisión y automatización (PRICE-RED), así como de gestión energética (PRICE-GEN) en todo el ámbito de Distribución eléctrica del Corredor del Henares, tanto en la Comunidad de Madrid como de Castilla-La Mancha. Esto es, unos 1.600 centros de transformación que alimentan a 200.000 puntos de suministro de distribución y a una población de aproximadamente 500.000 de habitantes. Todo ello, junto con el despliegue de los correspondientes contadores inteligentes, es la base necesaria para la integración de la Generación Distribuida (PRICE-GDI) y la Gestión de la Demanda (PRICE-GDE).

Focalizando más en este último aspecto, se va a pilotar un sistema compuesto por un Despacho de Gestión de la Demanda ubicado en el Operador del Sistema, que enviará sus necesidades a los Despachos de Gestión de la Demanda ubicados en sendos Despachos de Distribución (Iberdrola y GNF), que a su vez enviarán señales a las Energy Boxes ubicadas en 50 viviendas, que gestionarán tres electrodomésticos inteligentes y un equipo de aire acondicionado por vivienda. Así mismo habrá 1.000 consumidores adicionales y todos los participantes en el piloto tendrán la posibilidad de visualizar sus consumos así como otras informaciones adicionales, y recibir señales de gestión de la demanda. En este momento se está en fase de especificación de los diferentes equipamientos y definición del piloto.

Por último, se debe hacer referencia al inicio del proyecto ADVANCED, a

Figura 4.: Esquema solución técnica para gestión de la demanda



finales de 2012. **ADVANCED** (“**A**ctive **D**emand **V**alue **A**ND **C**onsumer **e**xperiences **D**iscovery”) es un proyecto financiado por la Comisión Europea a través del Programa Marco FP7, con una duración prevista de 2 años, y reúne 10 socios de nivel europeo con experiencia en la gestión activa de la demanda.

El objetivo del proyecto es desarrollar marcos que habiliten a consumidores residenciales, comerciales e industriales a participar en la Gestión de la Demanda. Se van a comparar diferentes soluciones aplicadas en Europa (Iberdrola participa con su piloto ADDRESS de Castellón), y se va a buscar una solución mejorada a través de la investigación de factores socio-económicos y de comportamiento con implicación directa de consumidores. En este momento se está trabajando en las fases iniciales así como en la recogida y homogenización de la información proveniente de los diferentes pilotos (Italia–ENEL, Francia–ERDF, Alemania–RWE y España–Iberdrola).

Para más información sobre estos proyectos:

- GAD: <http://www.gadproject.com/>
- ADDRESS: <http://www.addressfp7.org/>
- PRICE: www.priceproject.es/
- ADVANCED: <http://www.advancedfp7.eu/>

Conclusiones

La gestión activa de la demanda eléctrica es posible técnicamente, pero sólo es viable donde la regulación la considera y facilita. Por ello, es muy difícil estimar su impacto en los programas de eficiencia energética. Las pruebas reales, pero limitadas, que permiten efectuar los proyectos de I+D+i, sirven para avanzar conocimientos y prever resultados, sin embargo, hasta que no se establezca el adecuado marco regulatorio y, en consecuencia, económico, la gestión activa de la demanda no se desarrollará en Europa. El seguimiento de la actividad en EE UU es una actividad obligada para contrastar y estar mejor preparados. ■

Referencias

- (1) MIT. The Future of the Electric Grid. An Interdisciplinary Study, December, 2011.
- (2) RIFKIN, Jeremy. Leading the way to the Third Industrial Revolution. A New Energy Agenda for the European Union in the 21st Century, Febrero, 2008.
- (3) COOKE, Douglas. En powering Customers Choice in Electricity Markets International Energy Agency, October, 2011.
- (4) PÉREZ-ARRIAGA, Ignacio y otros. From distribution networks to smart distribution systems: Re thinking the regulation of European DSOs 2 for public Consultation. THINK Project. April, 2013.
- (5) HAYES, Sara y otros. “Energy Efficiency: Is the United States Im proving? An ACEEE White Paper. July, 2013.
- (6) YORK, Dan y otro. “Exploring the Relationship between demand response and Energy efficiency: a review of experience and discussion of key issues an ACEEE Research Report, March, 2005.
- (7) E.C. Directive of the European Parliament and of the Council on energy efficiency 2012.
- (8) GIORDANO, Vincenzo and others. Smart Grids projects in Europe: lessons Learned and current developments. 2012 updates. JRC 2013.
- (9) EURELECTRIC. UTILITIES. POWER HOUSES OF INNOVATION. 2013.