

VALIDACIÓN DE NUEVOS ESQUEMAS DE COORDINACIÓN TSO/DSO PARA FAVORECER LA INTEGRACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES EN EL SISTEMA ELÉCTRICO EN EL HORIZONTE 2030+ - EL PROYECTO SMARTNET

Julia Merino, Investigadora, TECNALIA

Carlos Madina, Investigador, TECNALIA

Joseba Jimeno, Investigador, TECNALIA

Helena Gerard, Investigadora, VITO

Resumen: El proyecto SmartNet se enmarca dentro del programa H2020 de la Comisión Europea. Con una duración de tres años y 22 socios entre Industria, Centros de Investigación y Universidades, tiene como objetivo el desarrollo e implementación de soluciones novedosas que permitan incrementar la proporción de energías renovables en el sistema eléctrico en el horizonte 2030+. Para ello, se han definido cinco esquemas de coordinación TSO/DSO orientados a definir la solución óptima para la provisión de servicios auxiliares desde las redes de distribución al sistema de transporte, así como los mecanismos de intercambio de información necesarios. Estos esquemas de coordinación se van a simular y, finalmente validar en tres pilotos en Italia, Dinamarca y España.

Palabras clave: SmartNet, Smart Grids, Servicios Auxiliares (SSAA), Generación Distribuida

INTRODUCCIÓN

En el horizonte 2030 se prevé, respecto de la actualidad, un crecimiento notable de la generación distribuida en los sistemas eléctricos. Una parte muy importante de la generación, actualmente centralizada y conectada directamente a la red de transporte, será sustituida por múltiples unidades de un tamaño menor, conectadas a la red de distribución, sistemas de almacenamiento y soluciones de gestión de la demanda. Es difícil cuantificar qué parte de esa generación en transporte será sustituida por generación distribuida, pero diferentes estudios dan cifras que varían entre el 76% y el 100%, en función del país y de las tensiones que se consideren como “distribución” en ellos (Schuster et. al, 2014).

El sistema actual, centralizado, en el que los grandes equipos de generación son los únicos proveedores de los servicios auxiliares (SSAA) que necesitan los operadores de transporte (TSOs) dejará de ser válido y la generación distribuida tendrá que tomar un papel destacado en la provisión de esos servicios auxiliares a la red de transporte. En España, como caso excepcional, ya se permite que los parques eólicos puedan acreditarse como proveedores de servicios auxiliares, pero esto no se da ni para otros tipos de unidades de generación distribuida ni en otros países europeos (Expansión, 2016). Para que las unidades conectadas en distribución puedan dar esos SSAA al sistema de transporte de forma masiva, bien a través de un agregador o bien a través del operador de la red de distribución (DSOs), es necesario replantear las responsabilidades de todos los agentes implicados, los intercambios de información que se precisan entre los TSOs y los DSOs y la estructura de mercado subyacente a esta nueva situación.

EL PROYECTO SMARTNET

El proyecto SmartNet (SMARTNET, 2016) tiene una duración prevista de tres años. Comenzó en Enero de 2016 y está distribuido en ocho paquetes de trabajo de carácter técnico, regulatorio y de difusión de resultados. En él hay implicados 22 socios de nueve países europeos distintos que se distribuyen entre socios industriales (Danske Commodities, Eurisco, Novasol, N-Side, Selta, Siemens, Vodafone), operadores de transporte y distribución (Endesa, Energinet, Edyna, SE, Terna), centros de investigación (AIT, RSE, Sintef, Tecnalia, Vito, VTT) y universidades (DTU, EUI, University of Strathclyde).

La implicación de tantos socios con distinto carácter, distribuidos geográficamente en toda Europa, permite obtener una visión global de la situación actual de los mercados de SSAA, ayuda para definir cuáles serán las necesidades futuras y qué cambios estructurales son necesarios para poder lograrlo. Se han identificado cinco posibles esquemas de coordinación entre TSOs y DSOs, atendiendo a las diferentes responsabilidades de los participantes. Tres de estos esquemas se van a validar en sendos demostradores reales situados en Italia, Dinamarca y España. De manera resumida, puede decirse que el proyecto SmartNet pretende analizar:

- Qué servicios auxiliares pueden proveerse desde distribución a transporte.
- Qué señales de control y medida deben intercambiar los TSOs y los DSOs en los puntos frontera.
- Cómo deben adaptarse las estructuras de mercado.
- Qué cambios regulatorios tendrían que proponerse para que esto sea posible en 2030.

Tecnalia es el coordinador de los tres pilotos. Así mismo, lidera otras tareas de gran importancia para el proyecto como el diseño de los escenarios futuros de SmartNet, la estimación de las necesidades de SSAA en 2030, la definición de los requisitos de la arquitectura de comunicaciones para los distintos esquemas de coordinación y el análisis coste-beneficio de las soluciones propuestas.

NUEVOS ESQUEMAS DE COORDINACIÓN TSO/DSO

Dentro del proyecto se han definido cinco esquemas de coordinación entre el TSO y el DSO. Parten de los modelos actuales para la provisión de servicios auxiliares, pero difieren en la manera en que extienden la participación de la generación distribuida a mercados que estaban ideados para generadores y cargas de gran tamaño conectados en transporte. A continuación, se muestra, en la Tabla I, las características principales de cada uno de los esquemas de coordinación propuestos y, en la Tabla II, una comparativa de las ventajas e inconvenientes identificados para cada uno de ellos.

Esquema	Definición
A: Mercado de SSAA centralizado	La generación distribuida ofrece los SSAA al operador de transporte, que actúa como comprador, como si fueran recursos convencionales conectados en la red de transporte. A los recursos distribuidos se les puede permitir ofertar de manera individual o a través de un agregador.
B: Mercado local de SSAA	El DSO es el gestor de un mercado local donde los recursos distribuidos y localizados en su red ofrecen sus SSAA a nivel local y global. El DSO resuelve el mercado y, en función de los resultados de la casación, envía las ofertas agregadas al mercado global, para cumplir con el despacho de generación que necesite el TSO.
C: Responsabilidad compartida para mantener el equilibrio generación/demanda	En este esquema, se fija el programa de intercambio en los puntos frontera entre TSO/DSO. El DSO gestiona un mercado donde los recursos localizados en su red ofrecen servicios de control de frecuencia para que el DSO cumpla con el programa. Este modelo determina un control mayor en los puntos frontera y permite que el TSO necesite comprar menos SSAA en el mercado global.
D: Mercado común para TSO/DSO	El TSO y el DSO contratan los SSAA en un mercado común, pero con diferentes objetivos: el TSO para resolución de problemas de tensión, frecuencia y gestión de congestiones y el DSO para servicios locales de tensión, congestiones y emergencia. Los servicios se asignan al TSO y al DSO de tal manera que se minimice el coste total y asegurando que no se violan las restricciones de red.
E: Mercado integrado de flexibilidad	El TSO, el DSO y el resto de agentes del sistema eléctrico compran y venden SSAA en un mercado común, pero con diferentes objetivos: el TSO para resolución de problemas de tensión, frecuencia y gestión de congestiones, el DSO para servicios locales de tensión, congestiones y emergencia y el resto de agentes para equilibrar sus propias unidades de generación y/o consumo.

Tabla I. Esquemas de coordinación SmartNet

	Pros	Contras
A	<ul style="list-style-type: none"> Esquema muy eficiente para SSAA de interés sólo para el TSO (e.g. Control primario de frecuencia). Un mercado único facilita la estandarización de productos y la participación de otros agentes. Es el que supone menos cambios respecto de la situación actual. 	<ul style="list-style-type: none"> No hay comunicación real entre TSO/DSO. Se vuelve muy complejo si el TSO tiene que optimizar su red y la del DSO.
B	<ul style="list-style-type: none"> El DSO participa de forma real en la provisión de SSAA a la red de transporte. 	<ul style="list-style-type: none"> El TSO y el DSO resuelven el mercado de forma independiente (solución subóptima).
C	<ul style="list-style-type: none"> TSO: reduce la cantidad de SSAA que necesita. Los mercados locales podrían poner menores barreras de entrada a la generación distribuida de pequeño tamaño. Esquema óptimo en situaciones de emergencia. 	<ul style="list-style-type: none"> Agentes de mercado: costes mayores por desvíos respecto al programa original, proceso operacional complejo. DSO: hay un riesgo de que compren demasiados recursos para evitar penalizaciones por desvíos sobre el programa + alta complejidad operacional. Baja liquidez de los mercados locales pequeños. El DSO tiene que tomar parte de la responsabilidad del TSO.
D	<ul style="list-style-type: none"> Se minimizan los costes reales para el TSO y el DSO en su conjunto. El mercado se resuelve a la vez para el TSO y el DSO. 	<ul style="list-style-type: none"> El coste individual para el TSO o el DSO puede ser mayor que en otros esquemas. La distribución de los costes entre el TSO y el DSO puede no ser clara.
E	<ul style="list-style-type: none"> Incrementa las posibilidades de los agentes de mercado para respetar el programa original de generación y/o consumo. Alta liquidez, ya que el esquema tiene muchos compradores y vendedores, lo que se traduce en menores costes. 	<ul style="list-style-type: none"> La seguridad de la red no está garantizada porque el TSO desconoce qué cantidad de SSAA debe proveer (misma ventana temporal que los agentes de mercado). Es necesario que haya un operador de mercado independiente.

Tabla II. Comparativa de los esquemas de coordinación de SmartNet

VALIDACIÓN DE LOS ESQUEMAS DE COORDINACIÓN EN PILOTOS REALES

Para la validación de los esquemas de coordinación que se han considerado más factibles, se van a desarrollar tres pilotos reales. En cada uno de ellos, se utilizará la flexibilidad que proviene de diferentes tipos de generación distribuida, sistemas de almacenamiento y/o gestión de la demanda. Los pilotos, además, son representativos de los distintos escenarios que pueden darse en Europa en el horizonte 2030+ y que han sido definidos (no se muestran en este trabajo) considerando tanto los parámetros de mayor interés en SmartNet como las visiones propuestas por ENTSO-e para el mismo horizonte temporal (ENTSO-e, 2016). Esto permite que los resultados que se obtengan de ellos sean una prueba de concepto muy útil y que puedan servir como guía para el desarrollo de nuevas regulaciones.

Piloto A – Italia

El piloto italiano se ubicará en una red de MT de Edyna (una distribuidora italiana) en el valle de Ahrntal, al norte del país, una región donde las condiciones favorecen el dominio de la energía hidráulica. Tal es el impacto de la generación distribuida en esta zona que, en varias subestaciones, el flujo de energía es inverso (distribución hacia transporte) durante la mayoría del año. El objetivo principal del piloto es incrementar la observabilidad del TSO de lo que ocurre en la red del DSO, de tal forma que pueda anticipar el impacto que tendrá en su red el flujo inverso que provoca la generación distribuida. Con este objetivo, se instalarán diferentes controladores en las subestaciones primaria y secundaria, para

comunicarse con todas las unidades de generación implicadas. Además, el TSO podrá operar directamente sobre estos dispositivos para obtener servicios de control de tensión y frecuencia en la red de transporte (esquema de coordinación A). El esquema general del piloto se muestra en la Figura 1:

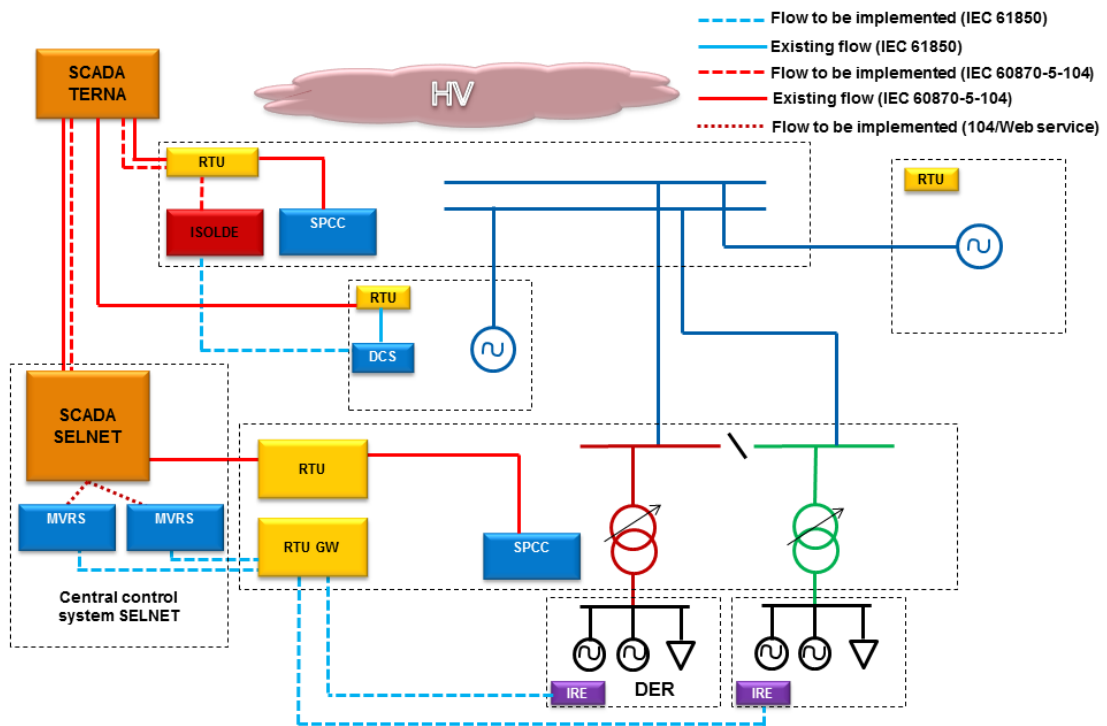


Figura 1. Esquema del piloto italiano

La instalación consta de un grupo hidráulico conectado en AT (de 20 MW), dos transformadores de 132kV/20kV y seis líneas. En estas líneas, hay conectados un total de 33 grupos: 43.5 MW en MT (41.7 MW de hidráulica, un grupo térmico de 1.5 MW, 0.3 MW fotovoltaicos), 9.6 MW en grupos de respaldo, también en MT y 0.73 MW fotovoltaicos en BT. Por otra parte, el sistema de adquisición de datos y monitorización es capaz de enviar información cada 2-4s, y, por tanto, la seguridad de la red puede ser evaluada (y garantizada) cada 5s. Además, el TSO podrá recibir medidas de energía activa y reactiva de cada tipo de generación cada 20s, es decir, que tendrá información del estado real de la red, de la producción/consumo de la generación distribuida y de la flexibilidad disponible en tiempo cuasi real.

Piloto B – Dinamarca

La propuesta central del piloto de Dinamarca es la oferta de flexibilidad que proviene de la regulación de la temperatura en las piscinas climatizadas de un conjunto de 30 casas vacacionales. El agua de la piscina debe mantenerse en todo momento a una temperatura entre 27° y 29°, tanto si la casa está alquilada como si no (por si se hace un alquiler de última hora). Gracias al rango de temperaturas y a que la inercia térmica de las piscinas en sí mismas es muy grande, se puede diseñar una estrategia que permita modificar la temperatura de referencia y obtener así flexibilidad en el consumo. Esta flexibilidad se va a utilizar para solucionar problemas de frecuencia, tensión o congestiones en la red de distribución y en la de transporte.

En el piloto se va a validar una estrategia de control basada en precios, según la cual el agregador (Danske Commodities) manda periódicamente señales de precios y los controladores de la temperatura de las piscinas deben ajustar su demanda a estos precios. Las variaciones de los precios pueden originarse porque varíe el precio de la energía en el mercado mayorista o también porque cambien las condiciones en tiempo real en la red.

El mercado que se crea con este piloto es local para que el DSO solucione problemas de tensión, frecuencia y congestiones en su red, si bien puede ofertar el exceso de flexibilidad al TSO (esquema de coordinación B).

Este piloto presenta dos grandes retos a resolver en SmartNet: 1) Para que el modelo de negocio sea ventajoso para el agregador, éste debe decidir qué señales de precios debe mandar a los controladores para que reaccionen adecuadamente, pero que, al mismo tiempo, le permitan cubrir el coste de adquisición de la energía en el mercado y 2) Hay una compleja capa de telecomunicaciones debajo de todos estos intercambios que debe ser diseñada con altos estándares de fiabilidad y garantizar la interoperabilidad, tanto para dar respuesta al hecho de que los termostatos de las piscinas pertenecen a distintos fabricantes como para garantizar la posibilidad de emplear la solución en ámbitos más amplios (escalabilidad).

Piloto C – España

El piloto C se ubicará en el área urbana de Barcelona. Su objetivo principal es la demostración de que la agregación de estaciones base necesarias para permitir las comunicaciones a través de móvil y de un parque de vehículos eléctricos (VEs) son válidos para que el DSO pueda utilizarlos para asegurar el control de frecuencia y tensión, para garantizar el cumplimiento de las condiciones de intercambio impuestas en la frontera por el TSO (esquema de coordinación C). De manera más concreta, se van a utilizar las baterías con las que están equipadas distintas estaciones base de telefonía de Vodafone, de 5 kW cada una y que sirven como respaldo en caso de un corte de suministro eléctrico, hasta un total de 100 kW. Sin embargo, la provisión de SSAA no es (ni se espera que sea en 2030) un modelo de negocio de interés para las compañías de telefonía móvil, por lo que se considera que esa venta de servicios auxiliares se va a hacer a través de un agregador (Danske Commodities). La estructura general del piloto y los principales actores/intercambios de información se muestran en la Figura 2.

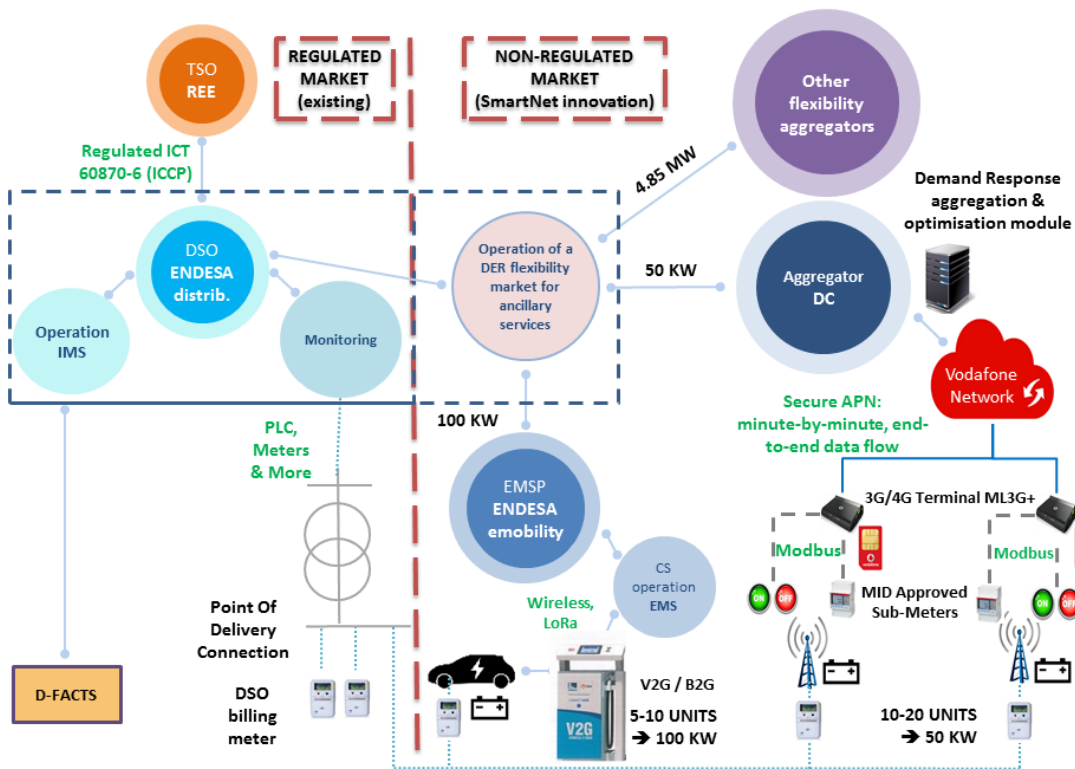


Figura 2. Esquema del piloto español

Dentro del esquema, también se van a considerar los VEs para ofertar servicios de V2G, es decir, que los dueños de VEs (en este caso los coches de flota de Endesa) podrían permitir al operador de la flota (Endesa eMobility) que descargase sus baterías parcialmente y de manera puntual para contribuir a solucionar problemas en la red.

El piloto emulará un mercado local en donde los agregadores de las estaciones base y de los VEs ofrecerán flexibilidad al DSO para proveer de servicios auxiliares de regulación de frecuencia, gestión de congestiones y control de tensión. Como resultado, el piloto demostrará que los proveedores de flexibilidad se activan en respuesta a las órdenes del DSO, es decir, que las señales de activación como resultado del mercado se transmiten entre el DSO y el agregador, y entre el agregador y los recursos distribuidos (y, también, que la información puede fluir en sentido contrario). Para esto, es necesario definir correctamente los modelos de intercambio de datos y los estándares empleados en las telecomunicaciones, ya que éstos deben ser interoperables para garantizar que todos los agentes del mercado regulado tienen claras las reglas para participar y que los agregadores, que pueden tener requisitos específicos, los tienen bien definidos.

CONCLUSIONES

En esta comunicación se han presentado, de manera general, el proyecto SmartNet y los nuevos esquemas de coordinación TSO/DSO diseñados para favorecer la participación de la generación distribuida en los mercados de SSAA. A continuación, se han descrito los pilotos que van a permitir validar algunos de esos esquemas de coordinación. Se prevé que el proyecto tenga un alto impacto real debido a la gran presencia de socios industriales y operadores de red, que aportarán su visión y experiencia al mismo y al elevado grado de innovación que, en sí mismo, presenta el proyecto.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado a través del proyecto SmartNet, con referencia Nº. 691405, dentro del programa H2020 de la Comisión Europea. Los autores quieren agradecer especialmente la colaboración de los siguientes socios implicados en la definición de los esquemas de coordinación y en la implementación de las soluciones en los pilotos: Danske Commodities, DTU, Endesa, Energinet, RSE, Selta, Siemens, Terna, VITO and Vodafone.

REFERENCIAS

- Schuster, H., Kellerman, J., Bongers, T. et al. 2014. EvolvDSO project, "D1.1: Definition of a Limited but Representative Number of Future Scenarios".
- <http://www.expansion.com/empresas/energia/2016/03/23/56f285b3e2704e11358b46c6.html> (23 marzo 2016).
- <http://smartnet-project.eu/> (14 julio 2016).
- <https://www.entsoe.eu/major-projects/ten-year-network-development-plan/ten%20year%20network%20development%20plan%202016/Pages/default.aspx> (14 julio 2016).