

INTRODUCCIÓN

Tecnologías de almacenamiento energético

Hace un año, la península ibérica sufría uno de los incidentes más graves de su infraestructura en la historia reciente: el famoso “apagón” eléctrico del 28 de abril. Este suceso puso de manifiesto la elevada complejidad técnica de integrar un elevado volumen de energías renovables variables en un sistema eléctrico con una demanda relativamente inflexible. Aunque desgraciadamente sigue sin disponerse de un informe verdaderamente independiente que apunte a las causas y responsables, todo parece indicar que el apagón vino causado por problemas con el control de tensiones del sistema, algo que podía haberse mitigado si hubiéramos contado con más elementos capaces de controlar la tensión, como por ejemplo las baterías o los bombeos hidráulicos.

Estas mismas tecnologías de almacenamiento eléctrico también podrían contribuir a minimizar otro efecto que se viene experimentando en los sistemas eléctricos con alta penetración de renovables: la “canibalización” de precios creada por las tecnologías no gestionables con muy bajo coste variable, como la energía solar o la eólica; o a reducir los vertidos renovables que se producen cuando la generación eléctrica supera a su demanda.

Vemos, pues, que el papel del almacenamiento puede ser fundamental tanto para una correcta y fiable gestión técnica del sistema eléctrico, como para una operación económicamente ajustada, y más aún en un escenario en que la transición energética puede resultar en una creciente electrificación de las demandas energéticas. Existen actualmente distintas tecnologías de almacenamiento eléctrico compitiendo por realizar esta tarea.

Sin embargo, la electrificación de la demanda no es necesariamente la única opción: en muchos procesos industriales la demanda última es en forma de calor, y en ocasiones puede ser más interesante proveer este calor de forma directa, incluso a partir de generación eléctrica. Este es el hueco que pretende llenar una tecnología emergente, pero con algunos pilotos reales ya, como es el almacenamiento térmico.

En este número de *Papeles de Energía* tenemos como objetivo conocer mejor las distintas tecnologías existentes de almacenamiento eléctrico y térmico, y sus ventajas e inconvenientes para el sistema energético y para sus usuarios.

Para ello, en primer lugar, **Alfredo Rubio Guinea**, de Tecnalia, nos ofrece una panorámica completísima de las distintas tecnologías, comerciales o en camino de serlo, de almacenamiento eléctrico. El autor describe en detalle los sistemas de almacenamiento mecánico, como los volantes de inercia, la hidráulica, o el aire comprimido; los de almacenamiento electroquímico o baterías; y el almacenamiento electromagnético.

Cada una de estas tecnologías son caracterizadas por su densidad energética, su densidad de potencia, su ciclabilidad, su vida útil, su coste, o su seguridad. Y el valor de estos atributos dependerá del uso potencial del almacenamiento. Así, para almacenamiento durante varios días hasta meses las tecnologías más apropiadas pueden ser el hidrógeno, el aire comprimido, los bombeos o las baterías de flujo. Para almacenamiento intradiario, las baterías o los bombeos hidráulicos parecen la mejor opción; y para regulación de frecuencia o tensión los volantes de inercia, ultracondensadores o baterías son los que presentan más ventajas.

Como ha podido observarse en este artículo, existen muchas opciones para almacenar electricidad, cada una con distintas ventajas e inconvenientes. Por tanto, cabe preguntarse cómo deben combinarse en un sistema eléctrico con alta penetración de renovables, de forma que puedan proporcionarse los distintos servicios que puede ofrecer el almacenamiento, desde capacidad firme hasta flexibilidad de muy corto plazo.

Ese es el objetivo del segundo artículo, en el que **José Pablo Chaves, Javier García González, Juan Francisco Gutiérrez Guerra, Pedro Linares, Andrés Ramos, y Juan José Valentín**, del Instituto de Investigación Tecnológica de la Universidad Pontificia Comillas, realizan simulaciones del sistema eléctrico español a 2030 y 2050 para tratar de evaluar el papel que puede jugar el almacenamiento, y sus distintas tecnologías.

Los autores consideran distintos escenarios tanto de demanda como de oferta, y en especial analizan el papel que otras fuentes de flexibilidad, como la demanda, los vehículos eléctricos, o la energía hidráulica, pueden tener a la hora de determinar el almacenamiento necesario.

Las principales conclusiones del análisis indican que será necesaria una contribución, tanto por parte de las baterías como de los bombeos hidráulicos, que se reduce a medida que aumenta la flexibilidad de la demanda; que es preciso instalar más almacenamiento del que es capaz de promover el mercado por sí mismo, para cubrir los años con menor recurso hidráulico o renovable (y que, por tanto, habrá que diseñar mecanismos de retribución específicos); y que, en el horizonte 2050, ni las baterías ni los bombeos permiten solucionar el problema del almacenamiento estacional.

Finalmente, **Alberto Toril**, de Rondo Energy, plantea una forma distinta de almacenar la electricidad renovable: en forma de calor, que puede ser utilizado directamente en procesos indus-

triales. El autor defiende que esta ruta alternativa ofrece ventajas de interés a nivel de sistema, en particular la reducción del uso de combustibles fósiles para producción de calor.

Toril describe las principales tecnologías disponibles para el almacenamiento térmico, con sus pros y contras, prestando especial atención a los sistemas basados en medios sólidos que ya están entrando en un desarrollo comercial. También menciona en qué medida estas nuevas tecnologías están cambiando el modelo de negocio hacia uno basado en el calor como servicio, e ilustra con un caso concreto las lecciones aprendidas del desarrollo industrial de estos proyectos.

Finalmente, el autor también repasa las principales barreras que todavía existen para el desarrollo de esta alternativa de almacenamiento, fundamentalmente regulatorias y fiscales, y ofrece una agenda para su progreso.

Confío en que este número, de gran actualidad, resulte de interés para los lectores.