

# INNOVADORA TECNOLOGÍA DE ALMACENAMIENTO ELÉCTRICO A MEDIA Y GRAN ESCALA

EL INCREMENTO EN EL DESPLIEGUE MUNDIAL DE LA GENERACIÓN EÓLICA Y SOLAR ESTÁ CREANDO UN NUEVO RETO PARA LA INDUSTRIA ENERGÉTICA: CÓMO GESTIONAR EL AUMENTO DE LA VOLATILIDAD EN LA GENERACIÓN ELÉCTRICA. EL ALMACENAMIENTO ELÉCTRICO PUEDE AYUDAR A GESTIONAR ESTA VOLATILIDAD Y A CREAR UN SISTEMA ENERGÉTICO ESTABLE Y FLEXIBLE, QUE PERMITA MANTENER EL EQUILIBRIO ENTRE EL SUMINISTRO Y LA DEMANDA DE FORMA CONTINUA.

Una de las muchas tecnologías de almacenamiento, el almacenamiento electroquímico, ha sido durante mucho tiempo el foco de un gran esfuerzo de investigación, dadas sus atractivas características y rango de posibles aplicaciones. Los sistemas de almacenamiento electroquímico se dividen en dos grupos: las baterías de estado sólido y las baterías de flujo. Las baterías de estado sólido se conocen como “sistemas cerrados” (donde la relación entre la potencia (kW) y la energía (kWh) es fija) y la energía se almacena en un electrodo. En este grupo se incluyen por ejemplo las baterías convencionales de plomo - ácido, que no son apropiadas para grandes aplicaciones y las baterías de ión - litio, que destacan por su alta eficiencia y densidad energética, pero que están limitadas por su reducido tiempo de almacenamiento, menor vida útil y problemas de seguridad en operación.

Las baterías de flujo (redox e híbridas) también se conocen como “sistemas abiertos”. En estas baterías, la energía se almacena en forma de electrolito (una solución), que circula a través de las celdas que contienen los electrodos y que se almacena en tanques. Aquí, la potencia y la energía son totalmente independientes y se pueden adaptar para aplicaciones concretas, ofreciendo de esta forma un avance significativo respecto de los sistemas cerrados. Se considera que las baterías de flujo están en un estado de desarrollo menos maduro que las de estado sólido, no obstante recientemente están recibiendo una gran atención. En la última Conferencia sobre el Clima de París, COP 21, Bill Gates habló de las baterías de flujo como un área de alto interés, y añadió que ofrecen un gran potencial en comparación con las tecnologías existentes.

Las baterías de flujo se suelen denominar mediante los dos metales usados en la reacción química, por ejemplo Zinc - Bromo. La tecnología redox de Vanadio, que es la única batería que emplea un sólo metal, se ha considerado durante mucho tiempo como una de las soluciones con mayor potencial, no obstante hasta ahora no se había conseguido cumplir con los requerimientos económicos necesarios para una comercialización exitosa. La innovadora tecnología HydraRedox supera las deficiencias y limitaciones de la tecnología redox de Vanadio convencional, ofreciendo de esta forma una solución única para el almacenamiento electroquímico.

## La tecnología HydraRedox: cómo funciona

Los sistemas HydraRedox constan de dos secciones distintas – la de potencia y la de energía. La sección de potencia, cuya capacidad se expresa en kW, consiste en celdas electroquímicas individuales, conectadas eléctricamente en serie, que convierten la energía química en energía eléctrica (y viceversa). La sección de energía, cuya capacidad se expresa en kWh, consta de dos tanques (el positivo y el negativo) en los que se almacena la energía en forma química (los electrolitos).

# MEDIUM- AND LARGE-SCALE INNOVATIVE ELECTRICITY STORAGE TECHNOLOGY

THE INCREASE IN THE GLOBAL DEPLOYMENT OF WIND AND SOLAR GENERATION IS CREATING A NEW CHALLENGE FOR THE ENERGY INDUSTRY: HOW TO MANAGE INCREASED VOLATILITY IN ELECTRICITY GENERATION. ELECTRICITY STORAGE CAN HELP MANAGE THIS VOLATILITY AND CREATE A STABLE AND FLEXIBLE POWER SYSTEM AS IT ALLOWS THE BALANCE BETWEEN SUPPLY AND DEMAND TO BE MAINTAINED AT ALL TIMES.

Of the many storage technologies, electrochemical storage has long been the focus of a great deal of research, given its attractive features and potential range of applications. Electrochemical storage systems fall into two groups: solid state batteries and flow batteries. Solid state batteries are known as ‘closed systems’ (where the relationship between power (kW) and energy (kWh) is fixed) and the energy is stored as an electrode. These include conventional lead acid batteries which are unsuitable for large applications and lithium-ion batteries which benefit from high efficiency and energy density but are limited by their reduced storage time, shorter lives and on-going safety concerns.



Flow batteries (redox and hybrids) are also known as ‘open systems’. In flow batteries, the energy is stored in the form of electrolytes (a solution) which circulates through cells containing the electrodes and which is stored in separate tanks. Here, power and energy are totally independent and can be customised to individual applications, offering a significant advantage over closed systems. Flow batteries are considered as being at a less mature stage of development but they are receiving a new wave of attention. At the recent Climate Change COP21 conference in Paris, Bill Gates mentioned flow batteries as a key focus area, adding that these offer greater potential compared to existing technologies.

Flow batteries are usually named after the two metals used in the chemical reaction,

such as Zinc-Bromine. Vanadium redox, the only type which uses a single metal, has long regarded as one of the best potential solutions but until now has failed to meet the economic criteria required for successful commercialisation. HydraRedox’s innovative technology addresses the shortcomings and limitations of conventional vanadium redox technology, offering a definitive solution to electrochemical storage.

## The HydraRedox approach to vanadium redox technology: how it works

HydraRedox’s systems are made of two distinct sections: power and energy. The power section, with capacity expressed in kilowatts (kW), consists of individual electrochemical cells

A través de una reacción química denominada redox (reducción-oxidación) cambia la composición (en términos de los estados de oxidación de los iones metálicos) del electrolito en los tanques de almacenamiento, creando así una deficiencia de electrones en el terminal positivo (electrodo positivo) y un exceso en el terminal negativo (electrodo negativo). Durante el ciclo de descarga (cuando la batería suministra energía), los electrones fluyen del terminal negativo al positivo, generando una corriente eléctrica. Durante el ciclo de carga (cuando la batería está almacenando energía de fuentes externas), una corriente eléctrica aplicada a los terminales invierte las reacciones redox y los electrones fluyen del terminal positivo al negativo.

Cada celda consta de dos compartimentos separados por una membrana, y a su vez cada compartimento contiene un electrodo, uno positivo y otro negativo. Los electrodos entran en contacto con los electrolitos, una solución acuosa que se bombea desde los tanques a los dos compartimentos anteriormente mencionados. Las reacciones de carga y descarga tienen lugar en la superficie de estos electrodos. Por su parte, la membrana es la que permite el intercambio de iones entre los dos compartimentos.

Estos sistemas funcionan con pares químicos basados en el mismo elemento. Esto es posible porque los iones de Vanadio son estables en un número inusualmente alto de estados de valencia +2, +3, +4 y +5, todos ellos utilizados en la reacción redox. Esto es un gran avance respecto de otros sistemas que utilizan dos elementos, y que por lo tanto tienen riesgo de contaminación. Además, facilita su transporte y almacenamiento.

### Integración con fuentes renovables

Este sistema es idóneo, técnicamente hablando, para almacenar y suministrar energía de fuentes renovables. Se puede cargar tanto de fuentes continuas como intermitentes sin sufrir deterioro alguno, un requisito esencial para usarlo con instalaciones solares y eólicas. Además, el sistema se puede cargar y descargar entre 3 y 4 veces su potencia nominal, con lo que se puede dimensionar con una potencia muy inferior a la potencia pico, consiguiendo, de esta forma, ahorros adicionales. La eficiencia actual es muy alta y permanece alta y constante incluso a baja carga. Ésta es una característica clave cuando el sistema se carga a partir de fuentes renovables, ya que la carga está por debajo del valor nominal la mayor parte del tiempo.

Gracias a una autodescarga despreciable, este sistema puede entrar en operación en microsegundos, incluso después de largos períodos de inactividad, siendo por lo tanto adecuado para uso como fuente de alimentación ininterrumpida (UPS). Debido a que la energía se puede almacenar y no utilizarse durante semanas o incluso meses, el sistema HydraRedox también puede ayudar a satisfacer la necesidad global de reemplazar los caros y contaminantes generadores diésel y de gas. A día de hoy, estos generadores se utilizan ampliamente en todo el mundo, pero con unos costes y problemas ambientales y de salud altos. En parques eólicos y solares, se utilizan ampliamente los generadores diésel como respaldo para asegurar un suministro constante (para compensar la intermitencia de suministro), aspecto éste que a menudo va en contra de los objetivos de ahorro y bajas emisiones de carbono del proyecto. El almacenamiento eléctrico se puede usar para reducir la utilización de generadores diésel en este tipo de proyectos de energías reno-

connected electrically in series that convert chemical energy to electrical energy (and vice versa). The energy section, with capacity expressed in kWh, consists of two tanks (positive and negative) in which the energy is stored in a chemical form (the electrolytes).

Through a chemical reaction called redox (reduction-oxidation) the composition (in terms of states of oxidation of metal ions) of the electrolyte in the storage tanks changes, creating a shortage of electrons at the positive side terminal (positive electrodes) and a surplus at the negative terminal (negative electrodes). During the discharging cycle (when

the battery supplies energy), electrons flow from the negative to the positive terminal, generating an electrical current. During the charging cycle (when the battery is accumulating electricity from external sources), an electrical current applied to the terminals reverses the redox reactions and the electrons flow from the positive to the negative terminal.

Each cell is made up of two compartments separated by a membrane and each compartment contains an electrode, one positive, and one negative. The electrodes come into contact with the electrolytes, an aqueous solution which is pumped from the tanks into the two compartments. The charge and discharge reactions occur

on the surface of the electrodes. The membrane allows the interchange of ions between the two compartments.

The systems operate with chemical couples based on the same element. This is possible because Vanadium ions are stable in an unusually high number of valence states +2, +3, +4, and +5, all of which are used. This is a great advantage over other 'couples' using two elements where there is risk of contamination. It also facilitates transport and storage.

### Integration with renewable energy sources

The system is technically suited to store and release energy from renewable sources. It can be charged with uniform as well as intermittent sources without suffering any deterioration, an essential requirement for use in connection with solar and wind power. Additionally, the system can be charged and discharged at three to four times the nominal power and can therefore be dimensioned with power significantly lower-than-peak power, thereby achieving additional savings. The current efficiency is very high and remains high and constant even at low charge. This is a key feature when the system is being charged from renewable sources where the charge is below nominal values most of the time.

Thanks to negligible self-discharge, the system can become operational in micro seconds even after long idle periods and is therefore suitable for use as an uninterrupted power supply (UPS). Because energy can be stored unused for weeks or



vables, respondiendo así a las preocupaciones sociales y medioambientales.

Otras características a destacar de la tecnología HydraRedox:

- Modular y escalable. Las instalaciones se puede definir en términos de potencia y energía almacenada para cubrir las necesidades específicas de los clientes, optimizando el espacio y los costes.
- Alta eficiencia. Con una eficiencia global por encima del 85% y una profundidad de descarga del 100%, estos sistemas permiten alcanzar una alta eficiencia en costes.
- Sistema de control integral. Un innovador sistema de control monitoriza todos los parámetros de operación de cada componente de la instalación.
- Impacto medioambiental nulo y operación segura. Estos sistemas operan a temperatura ambiente y presión atmosférica. Su alto nivel de automatización y condiciones estándar de operación, hacen que sean extremadamente seguros. Al final de su vida útil, las instalaciones se pueden desmontar con un impacto medioambiental nulo y el Vanadio es 100% reciclable.
- Larga vida útil. La vida útil esperada de estos sistemas es de unos 30 años de operación ininterrumpida. Su innovador diseño permite que las tareas de mantenimiento se lleven a cabo en operación sin afectar a su funcionamiento ni rendimiento global.
- Funcionamiento ininterrumpido, incluso durante las tareas de mantenimiento. Proporciona un alto nivel de fiabilidad. La facilidad de mantenimiento en operación asegura un suministro continuo.
- Eficiencia en costes. Un diseño eficiente, un proceso de construcción ágil, una alta eficiencia, un bajo mantenimiento y un amplio rango de aplicaciones hacen actualmente de la tecnología HydraRedox la más competitiva del mercado en su campo.



even months, the HydraRedox system can also help address the global need to replace expensive, pollutant diesel and gas generators. These generators are currently used extensively across the world but at an increasing level of cost, raising concerns over environmental and health issues. On wind and solar farms, diesel generators are extensively used as a back-up to ensure consistent supply (compensating for supply intermittency) and this often

undermines the economies and low carbon purpose of the renewable project. Storage can be used to reduce the use of diesel generators in such renewable projects, thus addressing these social and environmental concerns.

Other notable characteristics of HydraRedox technology:

- Modular and scalable. Installation can be customised in terms of the power and energy stored to address specific energy needs, optimising space and costs.
- Highly efficient. With round trip efficiency above 85% and 100% depth of discharge, the system leads the way in achieving overall cost effectiveness.
- Comprehensive control system. An innovative control system monitors every operating parameter of each component of the storage.
- Environmentally neutral, operationally safe. The system operates at room temperature and atmospheric pressure. Its high level of control and standard operating conditions make it extremely safe. At the end of its useful life, the installation can be dismantled with neutral environmental impact and vanadium is 100% recyclable.
- Long life. The life expectancy of the system is around 30 years with no interruptions for maintenance. The innovative design permits maintenance tasks to be carried out while operational without affecting its overall operation and performance.
- Uninterrupted operation, even during maintenance. It provides a high level of reliability. Ease of maintenance during operation ensures a continuous supply.
- Cost effectiveness. Efficient design, streamlined construction process, high efficiency, low maintenance and an extensive range of applications make HydraRedox the most competitive in its field.



Luis Collantes  
Director Ejecutivo, HydraRedox Iberia  
CEO, HydraRedox Iberia



## Revolutionary Electricity Storage System

Patented

### Vanadium Redox Technology

HydraRedox Iberia develops customized storage solutions to meet technical and economic customer needs



36 Gran Vía - 1ª left  
50.005 ZARAGOZA  
contacto@hydraredoxiberia.com  
Tel +34 976 228 896

[www.hydraredox.com](http://www.hydraredox.com)