

HIDRÓGENO, UN MUNDO DE ENERGÍA VERDE

DÍA A DÍA SE ACUMULAN LAS MALAS NOTICIAS SOBRE LOS PROBLEMAS QUE LA POLUCIÓN CAUSA TANTO AL CLIMA DE NUESTRO PLANETA, COMO A NUESTRA SALUD EN LAS CIUDADES. LA SOCIEDAD SE VA CONCIENCIANDO SOBRE LA NECESIDAD DE REDUCIR LA CONTAMINACIÓN Y LAS EMISIONES DE GÉIS, APROVECHAR LAS FUENTES RENOVABLES Y BUSCAR SOLUCIONES SOSTENIBLES AL USO DE LOS RECURSOS NATURALES. ES COMPLICADO RENUNCIAR A UNA FORMA DE VIDA QUE NOS HA PROPORCIONADO UN BIENESTAR GLOBAL COMO PROBABLEMENTE NUNCA HA EXISTIDO EN LA HISTORIA DE LA HUMANIDAD, PERO EL DESAFÍO AL QUE NOS ENFRENTAMOS ES IGUAL DE CRÍTICO. POR TANTO, SI QUEREMOS UNA TRANSICIÓN, NO TRAUMÁTICA, A UNA NUEVA SOCIEDAD BASADA EN RENOVABLES Y RESPETO AL MEDIO AMBIENTE SURGEN INMEDIATAMENTE UNA SERIE DE PREGUNTAS ¿EXISTEN ALTERNATIVAS ENERGÉTICAS VIABLES Y SOSTENIBLES? ¿PUEDEN SER DE RÁPIDA IMPLEMENTACIÓN? ¿TENDRÍAN UN IMPACTO RADICAL EN LA ECONOMÍA Y LAS RELACIONES SOCIALES?

No cabe duda de que estamos inmersos en una revolución industrial, y como las tres anteriores viene marcada por una nueva fuente de energía. Así como la primera estuvo asociada al carbón, la segunda al petróleo y la tercera a la nuclear. La energía renovable será el motor de esta cuarta revolución industrial.

La producción eléctrica renovable es variable y estacional, así que, si optamos por esta transición energética, tenemos dos alternativas, sobredimensionar las instalaciones o almacenar mucha energía para ser usada cuando se requiera. La primera opción tiene poco sentido por antieconómica, por lo que sólo queda la segunda. Debemos ser capaces de almacenar grandes cantidades de energía durante mucho tiempo de forma eficiente.

Entre las tecnologías conocidas de almacenamiento energético, hay dos que destacan sobre el resto en cuanto a capacidad de almacenamiento durante largos períodos de tiempo. Una es el bombeo de agua para su almacenamiento en altura cuando el precio de la electricidad es barato o hay excedentes, utilizando luego el salto de agua para producir electricidad mediante una turbina cuando se requiera. Por desgracia, este método no se pudo utilizar indiscriminadamente en cualquier lugar por razones orográficas. El segundo método, el hidrógeno se convierte, por tanto, en un vector energético fundamental.

Llegados a este punto conviene disipar dudas y mitigar miedos respecto a la peligrosidad del hidrógeno. No tiene un riesgo inherente mayor al de otros combustibles. El hidrógeno es inflamable y se debe manipular con cuidado igual que otros combustibles inflamables. Se puede almacenar, mezclar con otros gases e inyectarlo en la red de gas, usarlo para eliminar CO₂, transportarlo de forma más económica que la electricidad, y darle uso como combustible o materia prima en la industria. Si queremos apostar entonces por el hidrógeno como vector energético, que nos permita hacer una transición ordenada a una sociedad basada en fuentes de reno-



HYDROGEN, A WORLD OF GREEN ENERGY

EVERYDAY THERE IS MORE AND MORE BAD NEWS REGARDING THE PROBLEMS THAT POLLUTION IS CAUSING TO BOTH THE CLIMATE OF OUR PLANET AND TO OUR HEALTH IN THE CITIES. SOCIETY IS BECOMING MORE AWARE OF THE NEED TO REDUCE POLLUTION AND GHG EMISSIONS, TO MAKE USE OF RENEWABLE SOURCES AND TO SEEK SUSTAINABLE SOLUTIONS TO THE USE OF NATURAL RESOURCES. RENOUNCING A WAY OF LIFE THAT HAS PROVIDED A LEVEL OF GLOBAL WELL-BEING AS HAS PROBABLY NEVER EXISTED BEFORE IN THE HISTORY OF HUMANITY IS COMPLEX, BUT THE CHALLENGE WE ARE FACING IS EQUALLY CRITICAL. AS SUCH, IF WE WANT A TRANSITION BASED ON RENEWABLES AND RESPECT FOR THE ENVIRONMENT THAT IS NOT TRAUMATIC FOR A NEW SOCIETY, A SERIES OF QUESTIONS IMMEDIATELY ARISE: ARE THERE VIABLE AND SUSTAINABLE ENERGY ALTERNATIVES? HOW FAST CAN THEY BE IMPLEMENTED? WILL THEY RADICALLY IMPACT ON THE ECONOMY AND SOCIAL RELATIONSHIPS?

There is no doubt that we are experiencing an industrial revolution and that the last three were shaped by a new energy source. Thus the first was associated with coal, the second oil and the third nuclear power. Renewable energy will be the engine of this fourth industrial revolution.

Renewable electricity production is both variable and seasonal thus if we are to commit to the energy transition, we have two alternatives: oversizing installations or storing enough energy to be used as and when required. The first option makes little sense as it is anti-economical, so we are left with the second. We have to be able to efficiently store large quantities of energy over long periods.

Among the known energy storage technologies include two that stand out above the rest as regards storage capacity over long periods of time. One is water pumping for storage at height when the price of electricity is cheap or when there is a surplus, using the water jump to produce electricity by means of a turbine when required. Unfortunately, this method cannot be used indiscriminately anywhere for orographic reasons. The second method, hydrogen, therefore becomes a fundamental energy vector.

At this point, it is useful to dispel doubts and allay fears as regards the risks of hydrogen. It is not inherently more dangerous than other sources. Hydrogen is flammable and must be handled with care, just like other flammable fuels. It can be stored, mixed with other gases and injected into the gas network, used to eliminate CO₂, transported more cost-effectively than electricity and used as a fuel or feedstock in industry.

Thus if we wish to commit to hydrogen as an energy vector that allows us to make an orderly transition to a society based on renewable sources, we must study the ways in which that hydrogen can be produced. Today 95% of hydrogen is obtained by breaking up hydrocarbons or alcohols using thermal energy or steam; and by coal gasification. These are cheap and efficient ways of obtaining hydrogen, but the problem is that both emit CO₂.

A host of methods are being researched to produce green hydrogen, defined as that which respects the environment and whose production is contaminant-free. Thermodynamic cycles, chemical decomposition processes, biological processes and electrolysis, but due to the diverse

vables, hay que estudiar las formas de producir dicho hidrógeno. Hoy en día el 95% del hidrógeno se obtiene mediante la ruptura de hidrocarburos o de alcoholes mediante energía térmica o vapor y gasificación de carbón. Son formas baratas y eficientes de obtener hidrógeno, pero el problema es que en ambos casos se emite CO₂.

Se están investigando multitud de métodos para producir hidrógeno verde, definido como aquel respetuoso con el medio ambiente y que no genera contaminación en su producción. Ciclos termodinámicos, procesos químicos de descomposición, procesos biológicos o electrólisis, pero debido al diverso estado de desarrollo de estas tecnologías, la producción masiva actual de este hidrógeno sólo sería posible mediante electrólisis. Como dato, indicar que la invención de la síntesis industrial de hidrógeno y oxígeno a través de electrólisis se conoce desde 1888.

La electrólisis no es más que la ruptura de la molécula del agua mediante energía eléctrica generando hidrógeno de alta pureza. En el mercado hay disponibles dos técnicas de electrólisis industrial, la alcalina y la PEM, membrana de intercambio de protones por sus siglas en inglés (*Proton Exchange Membrane*).

El PEM toma su nombre de la membrana de intercambio de protones, la cual es permeable a los protones (H⁺), pero estrecha para gases y electrones. En otras palabras, esta clase de membrana actúa como aislante eléctrico entre los lados del ánodo y el cátodo y como separador físico, evitando que el hidrógeno y el oxígeno se mezclen. La tecnología PEM es ideal para trabajar con fuentes de alimentación fluctuantes como la energía solar o la eólica, ya que permite un modo de operación altamente dinámico y puede ser rápidamente encendido o apagado sin precalentamiento.

Una planta de electrólisis PEM es relativamente sencilla. Se compone de una conexión a la red, una unidad de transformación/rectificación, purificación de agua, el electrolizador, y finalmente aquellos equipos necesarios para el uso concreto que se le quiera dar al hidrógeno. Hablamos de *DeOxo/dryers*, compresores, tanques de almacenaje, sistema de inyección a red, etc. El corazón de toda la planta es el electrolizador PEM. Este se compone a su vez de un *stack* (compuesto por la unión de varias celdas de electrólisis) donde se lleva a cabo el proceso de separar agua en hidrógeno y oxígeno.

Por si siguen quedando dudas, ya existen plantas con electrolizadores PEM comerciales operando. Una de ellas, con tecnología Siemens, es la *Energiepark Mainz*. Se alimenta de energía renovable de un parque eólico cercano. Usa los excedentes de energía eólica renovable para romper la molécula de agua, que por un lado se inyecta en la red de gas local, y por otro se almacena para ser distribuida posteriormente en camiones a industrias locales y soluciones de movilidad.

El proyecto emblemático de la UE "*H2FUTURE - hydrogen meeting future needs of low carbon manufacturing value chains*", reúne a proveedores de energía, la industria del acero, proveedores de tecnología e investigadores, todos trabajando conjuntamente en el futuro de la energía. Con una capacidad de 6 MW y un producción de 1.200 metros cúbicos de hidrógeno verde por hora, H2FUTURE es actualmente la instalación piloto de hidrógeno más grande y avanzada del mundo de electrólisis PEM para producir hidrógeno verde de electricidad renovable.

Podemos concluir que el hidrógeno será un vector clave en el futuro próximo para ayudar a la descarbonización. Aunque el costes de inversión para el "Power-to-X" disminuirá en los próximos años según se vaya desarrollando la tecnología, el apoyo institucional y una regulación apropiada son necesarios para una correcta implantación. La convergencia de sectores a través del hidrógeno verde será un elemento básico para un futuro energético basado en renovables. La conversión de electricidad en hidrógeno o combustibles sintéticos, lo que la hace almacenable, transportable y útil para todo tipo de sectores consumidores de energía, mejora el uso de energía verde en todo el sistema.

state of development of these technologies, current mass production of this hydrogen would only be possible via electrolysis. One fact worth noting is that the intervention of the industrial synthesis of hydrogen and oxygen by means of electrolysis has been known since 1888.

Electrolysis is no more than breaking down the water molecule via electrical power, generating extremely pure hydrogen. Today, two industrial electrolysis techniques are available: alkaline and PEM (proton exchange membrane).

PEM takes its name from the proton exchange membrane, which is permeable to protons (H⁺) but tight for gases and electrons. In other words, this kind of membrane acts as an electrical isolator between the anode and cathode side as well as a physical separator, preventing hydrogen and oxygen from remixing. PEM technology is ideal for working with fluctuating wind and solar power sources, as it allows a highly dynamic mode of operation and can be rapidly turned on and off without preheating.

A PEM electrolysis plant is relatively simple. It consists of a grid connection, a transformer and rectifier unit, water purification, the electrolyser, and lastly, all the equipment necessary for the specific use that would like to be given to the hydrogen, such as *DeOxo/dryers*, compressors, storage tanks and grid injection systems. The heart of the whole plant is the PEM electrolyser. This in turn comprises a *stack* (formed by joining together several electrolysis cells) where the process of splitting water into hydrogen and oxygen takes place.

If any doubts remain, commercial PEM electrolyser plants are already in operation. One of these, with Siemens technology, is the *Energiepark Mainz* which is powered by renewable energy from a nearby wind farm. It uses surplus electricity from renewable sources (wind) to break water down into oxygen and hydrogen, which, on the one hand, is injected into the local gas grid and, on the other hand, stored and later filled into trailers and delivered to local industries and mobility solutions.

One further interesting application, this time using the *Silyzer 300*, is the one that Siemens has jointly undertaken with *Voestalpine* at its plant in *Linz*. An application in commercial operation with the aim of decarbonising steel production that is replicable in every industry that will soon be penalised by sanctions that are associated with the production of CO₂.

We can conclude that hydrogen will be a key vector in the near future to help decarbonisation. Although investment costs for *Power-to-X* will decrease during the next years according to technology development, regulation and political support are needed to push the introduction. Coupling sectors via green hydrogen is set to be a basic element and backbone for an energy future based on renewables. Converting electricity into hydrogen or synthetic fuels, thereby making it storable, transportable and useable for all kinds of energy-consuming sectors, enhances the application of green energy throughout the entire system.



Oscar Fernández Isla

Jefe de Producto en Siemens España
Product Manager, Siemens España