



IEFPS USURBIL

Hidrogeno-pila eta mikrosarea: bi berrikuntza-proiektu

Pila de hidrógeno y micro-red: dos proyectos de innovación

-Eta zer erreko da ikatzaren ordezt?

-Ura! –erantzun zuen Ciro Smithek.

Ura elektrizitatearekin deskonposatuko da, zalantzarik gabe, eta indar handia eta maneagarria izango da orduan.

Bai, adiskideok, uste dut ura erregai gisa erabiliko dela noiz-bait, ura osatzen duten hidrogenoak eta oxigenoak, isolatuta eta batera erabiltuta, bero- eta argi-iturri agortezina sortuko dutela, harrikatzena baino askoz intentsitate handiagokoa gainera. Etor-kizuneko ikatza da ura.

-¿Y qué se quemará en vez de carbón?

-¡Agua! - respondió Ciro Smith.

Agua descompuesta sin duda por la electricidad y que llegará a ser entonces una fuerza poderosa y manejable.

Sí, amigos míos, creo que el agua se usará un día como combustible, que el hidrógeno y el oxígeno que la constituyen, utilizados aislada y simultáneamente, producirán una fuente de calor y de luz inagotable y de una intensidad mucho mayor que la de la hulla. El agua es el carbón del porvenir.

Julio Verne (Uhartea misteriosua/La isla misteriosa, 1875)

HIDROGENOA ERREGAI GISA ERABILTZEKO AUKERARI BURUZKO ARTIKULU BATEN HASIERAN, IA EZINBESTEKOA DA IDAZLE FRANTZIARRAK IZAN ZUEN ETORKIZUNEN IKUSPEGI BIKAINAREN ETA GARAIKO TEKNOLOGIAREN EZAGUTZA HANDIAREN ADIBIDE HORI AIPATZEA.

Ikus daitekeenez, hidrogenoa erregai gisa erabiltzeko ideia aspaldikoa da, baina, arrazoiak arrazoi, oraindik ez da garatzen hasi (harrigarria bada ere, hidrogeno-pilak funtsezkoak izan ziren ilargira iristeko Apolo programaren misioetan).

Hidrogeno-pilek hainbat abantaila dituzte beste teknologia batzuen aldean:

- Erregai garbia erabiltzen da, errekuntzaren produktu bakarra ura baita.
- Makina termikoa ez denez gero, ez ditu makina horiek Carnot-en zikloaren ondorioz izaten dituzten muga termodinamikoak. Kelvin gradutan adierazitako T₂ eta T₁ temperaturan arteko Carnoten ziklo bati jarraituz diharduen motor termiko batean, lor daitekeen efizientziarik handiena honela kalkulatu da:

$$\eta_{\text{teor}} = \frac{T_2 - T_1}{T_2}$$

Energia-instalazioetan dagoen gas beroaren bidez eragindako sorgailuen lurrunturbinek % 51 inguruko gehieneko errendimendua lor dezakete (errendimendu erreala % 40 ingurura iristen da). Gaur egungo autoen motorrek % 20ko efizientzia dute, eta Carnoten muga % 37 da.

- Erregai fosilekiko (hots, petrolioarekiko eta gas naturalarekiko) energia-mendetasuna desagertzen da. Izan ere, hidrogenoa elementurik ugariena da, naturan libre ez badago ere (beste elementu batzuekin konbinatuta agertzen da).

ES CASI OBLIGADO COMENZAR CUALQUIER ARTÍCULO QUE TRATE SOBRE EL USO DEL HIDRÓGENO COMO COMBUSTIBLE CITANDO ESTE EJEMPLO DE LA EXTRAORDINARIA VISIÓN DE FUTURO Y CONOCIMIENTO DE LA TECNOLOGÍA DE SU TIEMPO DEL ESCRITOR FRANCÉS.

Como puede verse, la idea del uso del hidrógeno como combustible viene de lejos, aunque por diversas causas no termina de despegar (paradójicamente, la pila de hidrógeno tuvo un papel fundamental en las misiones del programa Apolo con el que se llegó a la luna).

Las pilas de hidrógeno presentan una serie de ventajas frente al uso de otras tecnologías:

- Se utiliza un combustible limpio ya que el único producto de su combustión es agua.
- Al no ser una máquina térmica no tiene las limitaciones termodinámicas de éstas debidas al ciclo de Carnot. Para un motor térmico, que trabaja siguiendo un ciclo de Carnot entre dos temperaturas dadas T₂ y T₁, expresadas en grados Kelvin, la máxima eficiencia posible viene dada por:

$$\eta_{\text{teor}} = \frac{T_2 - T_1}{T_2}$$

Las turbinas de vapor de los generadores accionadas por gas caliente que hay en las plantas de energía pueden alcanzar un rendimiento máximo en torno al 51% (el rendimiento real es del 40 % aproximadamente). Los motores de los coches actuales tienen eficiencias de un 20 %, siendo su límite de Carnot de un 37 %.

- Se elimina la dependencia energética de combustibles fósiles (petróleo y gas natural). El hidrógeno es el elemento más abundante, aunque no se encuentra libre en la naturaleza sino combinado con otros elementos.

- Energia bektorea da, hau da, leku batean sortu, garraiatu eta beste leku batean erabil daiteke. Energia leku batetik bestera garraiatzeko aukera ematen du.

- Ziklo itxia da: hidrogenoa uretik lor daiteke, eta, errekuntzaren ondorioz, geratzen den hondakin bakarra ura da berriz.

Dena dela, erregai fosilekin berdintasun-baldintzetan lehiatzea eragozten duten desabantaila batzuk ere baditu:

- Oso masa txikiko molekula denez gero, bolumen-unitateko energia oso txikia da. Konpresio handiak erabili behar dira. Bizitegi-erabileretan, 200 bareko presioak erabiltzen dira, era garraio-erabileretan, berriz, 350-700 barekoak. Biltegitratzetan garrantzitsuak oso lodiak dira presio horiei eusteko.

- Hidrogenoa elektrolisi bidez produzitzeko prozesuak energia kantitate handia behar du.

- Erregai-piletan erabiltzen den katalizatzailea platinoa da, eta horrek oso neurri handian igotzen du prezioa.

- Piletan erabiltzen den hidrogenoak purutasun handikoa izan behar du (% >99,9999), katalizatzaile gisa diharduen platinoa kutsa ez dadin.

NOLAKOA DA ERREGAI-PILA BAT?

Erregai-pilak hainbat motatakoak izan daitezke, baina elektrolito polimerikozko mintza duten pilak dira ohikoena (PEM).

PEM motako piletan, oinarritzko gelaxkari MEA deitzen zaio, eta ingelesezko terminoaren akronimoa da (membrane electrode assembly). Funtsean, mintz elektrolitiko batez, bi elektrodoz (anodoa eta katodoa), katalizatzaileez eta gasen difusio-geruzez osatuta dago. Gelaxka horiek bi plaka bipolarraren bidez ixten dira, eta bertatik sartzen dira gasak.

Anodoari hidrogenoa eta katodoari oxigenoa (airetik lortzen dena) gaineratzen zaionean hasten da pila funtzionatzen. Bi gas horiek elektrodoen plaka bipolarraren kanaleetatik sartzen dira, eta gainazal osoan banatzen dira gasen difusio-geruzetan zehar.

Gas errektiboek difusio-geruza zeharkatu ondoren, katalizatzailearekin egiten dute topo; PEM pila kasuan, platinoan oinarritutako aleazio metalikoez osatuta dago katalizatzailea. Katalizatzailearen geruza hori gasen difusio-geruzaren eta elektrolitoaren artean kokatuta dago, eta anodoak protoietan eta elektroietan disoziatzen du hidrogeno-molekula.

H₂ molekula disoziatu ondoren, protoiek (H⁺) mintz polimerikoa zeharkatzen dute katodora iritsi arte. Elektroiek, berriz, kanpoko zirkuitu elektriko bat zeharkatzen dute elikatu beharreko kargara iritsi arte.

Mintz polimerikoaren eta katodoaren artean kokatuta dagoen katalizatzaileak elektrolitotik datozen H⁺ ioiak eta kanpoko zirkuituko elektroiek konbinatzen ditu, eta ura lortzen da emaitza gisa.

Honako erreakzio hauek gertatzen dira:

Anodoko erreakzioa: $H_2 \rightarrow 2H^+ + 2e^-$

Katodoko erreakzioa: $\frac{1}{2} O_2 + 2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2O$

Pilaren erreakzio orokorra: $H_2 + \frac{1}{2} O_2 \rightarrow H_2O$

- Es un vector energético, es decir se puede producir en un lugar, transportarlo y ser utilizado en otro sitio. Permite transportar la energía de un lugar a otro.

- Es un ciclo cerrado: el hidrógeno se puede producir a partir del agua y después de su combustión el único residuo vuelve a ser agua.

Pero también tienen algunas desventajas, que suponen que por el momento no compite en igualdad con los combustibles fósiles:

- Al ser una molécula con tan baja masa, la energía por unidad de volumen es muy pequeña. Es necesario utilizar grandes compresiones. Se utilizan presiones de 200 bar en usos residenciales y de 350 hasta 700 bar para transporte. Los tanques de almacenamiento tienen grandes espesores de pared para aguantar esas presiones.

- El proceso de producción de hidrógeno por electrolisis requiere de una gran cantidad de energía.

- El catalizador que se utiliza en las pilas de combustible es platino y hace que se encarezca mucho su precio.

- El hidrógeno que se utiliza en las pilas debe ser de una gran pureza, >99,9999%, para evitar el envenenamiento del platino que actúa como catalizador.

¿CÓMO ES UNA PILA DE COMBUSTIBLE?

Las pilas de combustible pueden ser de distintos tipos aunque las más habituales son las pilas de membrana de electrolito polimérico (PEM).

En la pila tipo PEM la celda elemental se denomina MEA, que es una abreviatura de su descripción en inglés (membrane electrode assembly). Se compone básicamente de una membrana electrolítica, dos electrodos (ánodo y cátodo), catalizadores y capas de difusión de gases. Estas celdas se cierran mediante dos placas bipolares por donde se introducen los gases.

Su funcionamiento comienza cuando se suministra hidrógeno al ánodo y oxígeno (proveniente del aire) al cátodo. Ambos gases penetran por los canales de las placas bipolares de sus respectivos electrodos, y se distribuyen a lo largo de toda su superficie a través de las capas de difusión de gas.

Una vez que los gases reactivos han atravesado la capa de difusión, se encuentran con el catalizador, que en el caso de las pilas PEM está formado por aleaciones metálicas basadas en el platino. Esta capa de catalizador está situada entre la capa de difusión de gases y el electrolito, y en el caso del ánodo tiene como misión disociar la molécula de hidrógeno en protones y electrones.

Cuando se ha disociado la molécula de H₂, los protones H⁺ atraviesan la membrana polimérica hasta llegar al cátodo, mientras que los electrones recorren un circuito eléctrico externo hasta llegar a la carga que se desea alimentar.

El catalizador situado entre la membrana polimérica y el cátodo se encarga de combinar los iones H⁺ provenientes del electrolito con el oxígeno del aire y los electrones del circuito exterior para dar agua como resultado.

Las reacciones que tienen lugar son las siguientes:

Reacción en el ánodo: $H_2 \rightarrow 2H^+ + 2e^-$

Reacción en el cátodo: $\frac{1}{2} O_2 + 2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2O$

Reacción global de la pila: $H_2 + \frac{1}{2} O_2 \rightarrow H_2O$

Usurbil GLHBik hidrogenoaren teknologiei lotutako bi berrikuntza proiektu interesgarri garatu ditu

El IEFPS Usurbil ha desarrollado dos interesantes proyectos de innovación en relación con las tecnologías del hidrógeno.



HIDROGENOAREN TEKNOLOGIEI BURUZKO PROIEKTUAK GURE ZENTROAN

USURBIL GLHBik hidrogenoaren teknologiei lotutako bi berrikuntza-proiektu garatu ditu.

Lehen proiektua ("Hidrogenoa: energia-bektorea") Hezkuntza eta Zientzia Ministerioak berrikuntza aplikatuko eta jakintzaren transferentziako proiektuetarako egin duen deialdian kokatu behar da. Galiziako IES Universidade Laboral institutuarekin eta CIDETEC zentro teknologikoarekin lankidetzan egin da. Bi zentro horiek, CEGASArekin batera, PEM motako erregai-pilak ikertzen eta garatzen dituzte.

Proiektu horren barruan, kW 1eko erregai-pila komertzial bat (lan didaktiko baterako prestatua) eskuratu da, eta ikastaro erdipresentzial bat (on-line unitate didaktiko batzuetan eta hidrogeno-pilarekin in situ egin beharreko praktika batzuetan banatua) landu da.

Ikastaro hori Institutuak energia berriztagarrien inguruan duen on-line eskaintzaren barruan dago.

Bigarren proiektua ("Eguzki-energia fotovoltaikoaren eta hidrogeno-pilaren integrazioa mikrosare batean") Gipuzkoako Foru Aldundiak finantzaturako proiektu bat da. CIDETECekin lankidetzan egin da, eta energia fotovoltaikoa eta hidrogeno-pila integratzean datza, mikrosare bat elektrizitatez hornitzeko. Horretarako, 7 kW-ko kaptadore fotovoltaikoen eremu bat eta 2 kW-ko hidrogeno-pilen stack bat erabiltzen dira. Multzoa osatzeko, sistemaren egonkortzaile gisa diharduen ion-litiozko bateria bat dago. Hainbat lan-estrategia probatzeko aukera ematen duen Scada bat sortu da.

2013ko martxoaren 14an, **aurkezpen-jardunaldi** bat egin zen Institutuan, eta Lanbide Heziketako sailburuorde Jorge Arévalo, Gipuzkoako Foru Aldundiko Ingurumeneko zuzendari Ainhoa Iraola, TKnikako zuzendari Iñaki Mujika eta Institutuko zuzendari Patxi Vaquerizo izan ziren bertan.

Jardunaldiaren barruan, hidrogeno-pilen funtsak eta erabilera-esparruak azaldu ziren, eta bi proiektuen erakustaldia egin zen.

LOS PROYECTOS SOBRE TECNOLOGÍAS DEL HIDRÓGENO EN NUESTRO CENTRO

El IEFPS **USURBIL** ha desarrollado dos proyectos de innovación en relación con las tecnologías del hidrógeno.

El **primer proyecto "El hidrógeno: vector energético"** se encuadra dentro de la convocatoria del MEC para proyectos de innovación aplicada y transferencia del conocimiento. Se ha llevado a cabo en colaboración con un Instituto de Galicia, el IES Universidade Laboral y el centro tecnológico CIDETEC que junto con CEGASA investigan y desarrollan pilas de combustible del tipo PEM.

Este proyecto ha consistido en la adquisición de una pila de combustible de 1 kW comercial, pero preparada para una labor didáctica y en la elaboración un curso semipresencial dividido en unas unidades didácticas on line y prácticas in situ con la pila de hidrógeno.

Este curso se añade a la oferta on line sobre energías renovables del Instituto.

El **segundo proyecto "integración de energía solar fotovoltaica y de pila de hidrógeno en una micro-red"** es un proyecto financiado por la Diputación Foral de Gipuzkoa. Se ha llevado a cabo con CIDETEC y consiste en la integración de la energía fotovoltaica y de la pila de hidrógeno para el suministro de electricidad a una micro-red. Para ello se dispone de un campo de captadores fotovoltaicos de 7 kW y un stack de pilas de hidrógeno de 2 kW. El conjunto se completa con una batería de ión-litio que actúa como estabilizador del sistema. Se ha creado un Scada que permite ensayar diferentes estrategias de trabajo.

El 14 de marzo de 2013 se llevó a cabo una **jornada de presentación** en el Instituto que contó con la presencia del Viceconsejero de Formación Profesional, Jorge Arévalo, de la Directora de medio ambiente de la Diputación Foral de Gipuzkoa, Ainhoa Iraola, del Director de TKnika, Iñaki Mujika y del Director del Instituto, Patxi Vaquerizo.

La jornada consistió en una explicación de los fundamentos de las pilas de hidrógeno y sus campos de utilización y una demostración práctica de ambos proyectos.