

Catálogo de tecnologías y servicios





xarxah2cat.org



Promotores



Entidades socias



Con el apoyo de



Esta red de I+D+i que da apoyo a la valorización y transferencia está financiada por la agencia de gestión de ayudas universitarias y de investigación de la Generalitat de Catalunya.

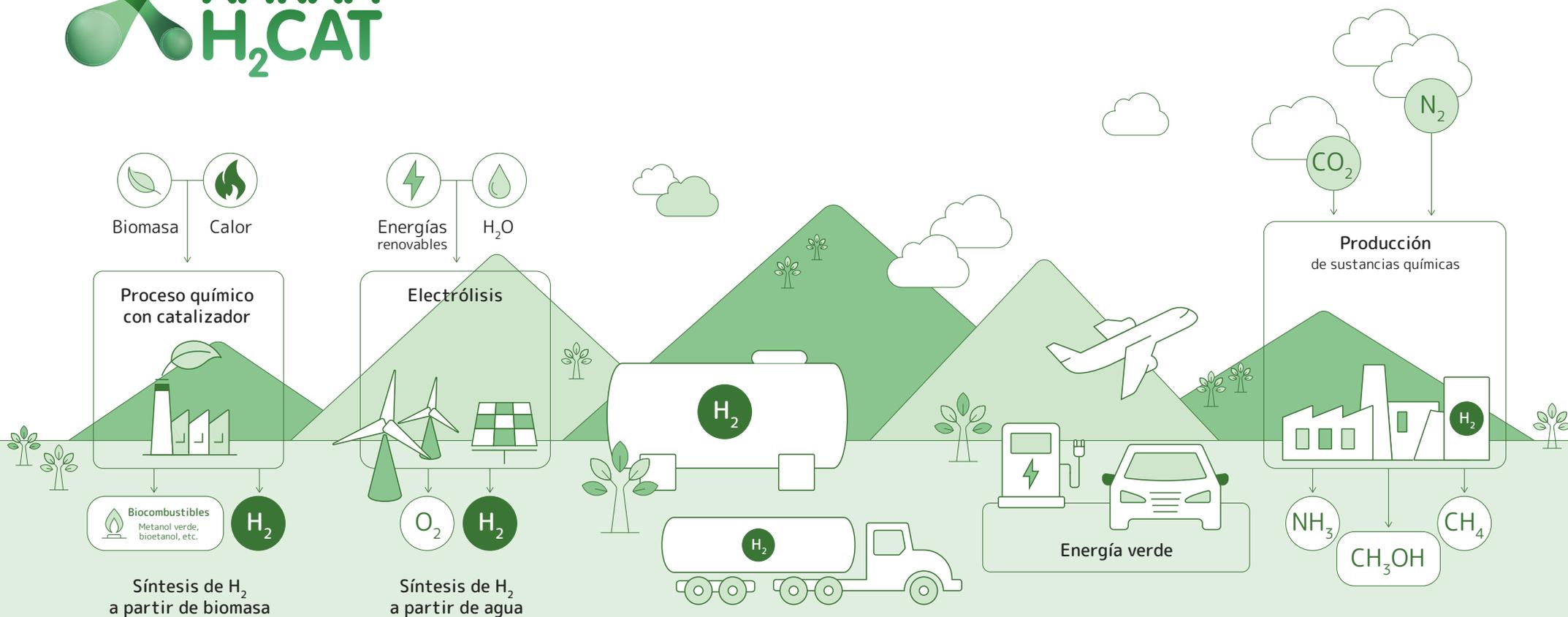
La red catalana de innovación en hidrógeno renovable

La red catalana H2CAT agrupa a los principales grupos de investigación catalanes en el sector del hidrógeno renovable para desarrollar y crear programas de valorización y transferencia de resultados de investigación hacia el entorno social, productivo y comercial del sector.

Los grupos de investigación que participan en la red H2CAT tienen experiencia y conocimiento en diferentes líneas de investigación y tecnologías relacionadas con toda la cadena de valor del hidrógeno.

+360 investigadores	+80 grupos de investigación	17 entidades	+100 soluciones tecnológicas
-------------------------------	---------------------------------------	------------------------	--





Producción de H₂

Almacenamiento y distribución de H₂

Uso de H₂

Líneas de investigación y tecnológicas de la red H₂CAT

Líneas de investigación y tecnológicas de la red H₂CAT

Electrólisis de agua (Alcalina, PEM, AEM y SOEC)
Descomposición electroquímica de compuestos portadores de hidrogeno (amoníaco)
Foto(electro)lisis de agua/aguas residuales
Gasificación/Pirólisis de residuos agrícolas, urbanos o industriales
Pirólisis por plasma de microondas
Reformado de compuestos portadores de hidrógeno (etanol)

Almacenamiento físico	Almacenamiento químico
H ₂ comprimido	Tecnologías en LOHC
H ₂ licuado	Tecnologías en Hidruros Metálicos
Adsorción	Tecnologías en amoniaco
Seguridad	

Como fuente de energía	Como materia prima
Pila de combustible (Alcalina, PEM, AEM y SOFC)	Reducción termoquímica de CO ₂ (power-to-chemical)
Integración de sistemas híbridos en redes de energía	Reducción (foto)electroquímica de CO ₂ (power-to-chemical)
Inyección directa	Hidrogenación de materia prima renovable
Tecnologías power-to-heat	Captación y purificación de CO ₂

Servicios transversales. Simulación de procesos y modelización. Síntesis de catalizadores. Diseño de proceso y escalado. Diseño de reactores. Laboratorios de desarrollo y testeo de tecnologías. Caracterización de materiales



Índice

Cuadro resumen tecnologías	6
01. Producción de hidrógeno	10
Electrólisis de agua	11
Fotoelectrólisis de agua o aguas residuales	39
Gasificación / pirolisis de residuos agrícolas, urbanos o industriales	54
Descomposición electroquímica de compuestos portadores de hidrógeno	67
Reformado de compuestos portadores de hidrógeno	70
02. Almacenamiento y distribución del hidrógeno	73
Almacenamiento físico	74
Almacenamiento químico	84
Almacenamiento geológico	89
Seguridad	94
03. Uso del hidrógeno como fuente de energía	100
Pila de combustible	101
Integración de sistemas híbridos en redes de energía	115
Tecnologías power to heat	122
04. Uso del hidrógeno como materia prima	124
Captura y reducción de CO ₂ (power-to-chemical)	125
Hidrogenación de materia prima renovable	136
05. Tecnologías transversales	142

Guía de tecnologías y servicios

Producción de hidrógeno

Electrólisis de agua

Electrolizador de membrana de intercambio iónico sin metales nobles ni materiales críticos para la producción de hidrógeno (ICIQ)

Electrolizador/SOFC compacto en thin films (IREC)

Catalizadores basados en metales abundantes y económicos (ICIQ)

Membranas y electrodos impresos (Eurecat)

Polímeros de cristal líquido por intercambio de protones (URV)

Diseño de placas bipolares fabricadas con diferentes tecnologías (Eurecat)

Recubrimientos técnicos para pilas de combustible y electrolizadores (Eurecat)

Simulación CFD, térmica y electroquímica de electrolizadores y pilas (Eurecat)

Laboratorio de desarrollo y testeo de tecnología PEM (Eurecat)

Servicio de benchmarking de electrolizadores PEM y AEM (ICIQ)

Aplicación de celdas solares como fuente de electricidad en reacciones electrocatalíticas (ICIQ)

Tratamientos del agua para electrólisis (Eurecat)

Procesos para la recuperación de CRM y otros materiales de brines (Eurecat)

Integración del hidrógeno con el sector del agua y los residuos (UPC)

Desarrollo de nanocatalizadores y electrodos para la producción de hidrógeno y para uso en pilas de combustible (LEITAT)

Desarrollo de membranas poliméricas para la purificación de hidrógeno (LEITAT)

Desarrollo de membranas poliméricas para la generación y uso de H₂ en electrolizadores y pilas de combustible (LEITAT)

Purificación H₂O (LEITAT)

Fabricación aditiva de electrodos y sistemas auxiliares (LEITAT)

Desarrollo de tecnologías de deposición electroless para generar hidrógeno a través de recubrimientos catalíticos (LEITAT)

Tests electroquímicos de materiales, componentes, celdas y stacks de electrolizador y pila de combustible (LEITAT)

Reactores microfluídicos para producción y/o almacenamiento de hidrógeno (LEITAT)

Concentrador solar híbrido para alimentar electrolizadores de óxidos sólidos de alta temperatura (UdL)

Catalizadores sin metales del grupo del platino para la electrólisis del agua (ICFO)

Producción de hidrógeno a partir de aguas residuales purificadas mediante tratamientos electroquímicos (ICFO)

Análisis dirigido y no dirigido de sustancias perfluoroalquiladas y polifluoroalquiladas (PFAS) (ICRA)

Tratamiento electroquímico del agua con grafeno (ICRA)

Foto(electro)lisis de agua/aguas residuales

Generación de hidrógeno a partir de aguas residuales (UPC)

Reactores solares para producción de hidrógeno a partir de aguas residuales (URV)

Desarrollo de componentes y dispositivos fotoquímicos para integrar la producción de hidrógeno con el tratamiento de aguas residuales (Eurecat)

Fotocatalizadores activos en el visible por fotorreformato de residuos (URV)

Estudios espectroscópicos de las reacciones foto y electrocatalíticas (ICIQ)

Integración de reactores microfluídicos y fotoelectrocatalisis para la generación eficiente de hidrógeno: fabricación, estudio mecanista, optimización y aplicaciones (URV)

Fotocatalizadores impresos en 3D para generar hidrógeno con luz solar (ICIQ)

Sistemas fotoelectroquímicos (PEC) para la producción de H₂ a partir de agua (LEITAT)

Síntesis láser de fotocatalizadores nanoestructurados para la generación de hidrógeno (ICMAB)

Sistemas bioelectroquímicos para la producción de H₂ a partir de aguas residuales (LEITAT)

Deshidrogenación (foto)electroquímica de alcoholes (UB)

Materiales orgánicos porosos con propiedades electrónicas adaptables a la generación de hidrógeno verde mediante electro- y/o fotocatalisis (UAB)

Preparación eco-eficiente de fotocatalizadores porosos (ICMAB)

Estructuras fotónicas en células fotoelectroquímicas (PECs) por una absorción óptima de la luz solar (ICFO)

Gasificación/Pirólisis de residuos agrícolas, urbanos o industriales

Producción de H₂ a partir de residuos urbanos y forestales (URV)

Transformación de residuos urbanos y forestales a bioplásticos (URV)

Transformación de residuos plásticos en H₂ y combustibles (URV)

Transformación de biomasa a biochar y H₂ (URV)

Síntesis de catalizadores a partir de residuos (Eurecat)

Evaluación experimental de la viabilidad del tratamiento termoquímico catalítico de residuos para la producción de H₂ (Eurecat)

Diseño de reactores, cámaras de gasificación, pirólisis o combustión (Eurecat)

Simulación CFD, térmica y cinética química de reacciones volumétricas (Eurecat)

Modelización y simulación de procesos de gasificación (URV)

Pirólisis por plasma de microondas / agua (Eurecat)

Pirólisis por plasma de microondas / residuos (Eurecat)

Pirólisis por plasma de microondas / gases (Eurecat)

Guía de tecnologías y servicios

Producción de hidrógeno

Descomposición electroquímica/termoquímica de compuestos portadores de hidrógeno

Producción de hidrógeno a partir de amoníaco en reactores estructurados (UPC)

Sistema de control para una pila de descomposición de amoníaco (UPC)

Reformado de compuestos portadores de hidrógeno

Reformador de alcoholes con reactor catalítico de membrana con sistema de control (UPC)

Sistema de control para reformadores de etanol (UPC)

Almacenamiento y distribución

Almacenamiento físico

Investigación del efecto del hidrógeno en las propiedades mecánicas de los materiales (Eurecat)

Determinación de la permeabilidad de materiales al hidrógeno (Eurecat)

Diseño y simulación de tanques de almacenamiento de hidrógeno (Eurecat)

Fabricación de tanques tipo IV por tecnología RTM (Eurecat)

Válvulas y sistemas para la utilización de H₂ a alta presión (URV)

Adsorción de H₂ y N₂ en carbón activado potenciado por líquido iónicos (URV)

Desarrollo de recubrimientos anticorrosivos para la distribución y almacenamiento de hidrógeno (LEITAT)

Reactores microfluídicos para producción y/o almacenamiento de hidrógeno (LEITAT)

Caracterización mecánica de materiales compuestos a temperaturas criogénicas de hidrógeno líquido (UDG)

Almacenamiento químico

Desarrollo de la tecnología Liquid Organic Hydrogen Carriers (URV)

Estimación de carga de hidruros metálicos (UPC)

Sistemas de almacenamiento de NH₃ (LEITAT)

Optimización de ciclos catalíticos de hidrogenación/deshidrogenación por portadores de hidrógeno orgánico líquido (LEITAT)

Almacenamiento geológico

Modelización geoquímica (IDAEA)

Modelización de flujo multifásico y transporte (IDAEA)

Equipos experimentales a escala Laboratorio para el estudio de procesos geoquímicos (gas disuelto en agua y roca) (IDAEA)

Caracterización integral de reservorios geológicos para el almacenamiento subterráneo de H₂ (GEO3BCN)

Seguridad

Sensores de hidrógeno (nanofibras) (IREC)

Sistema de detección de H₂ (URV)

Sensores virtuales (Eurecat)

Detección de fugas y otras anomalías con IA (Eurecat)

Sensores de gases por detección de impurezas, control de procesos, y seguridad de almacenamiento, distribución y transporte (LEITAT)

Guía de tecnologías y servicios

Uso del hidrógeno como fuente de energía

Pila de combustible

Laboratorio de desarrollo y testeo de tecnología PEM (Eurecat)

Membranas y electrodos impresos (Eurecat)

Diseño de placas bipolares fabricadas con diferentes tecnologías (Eurecat)

Recubrimientos técnicos para pilas de combustible y electrolizadores (Eurecat)

Controladores para pilas de combustible (UPC)

Simulación CFD, térmica y electroquímica de electrolizadores y pilas (Eurecat)

Geometrías complejas cerámicas con 3D Printing (IREC)

Celdas electroquímicas cerámicas con 3D Printing (IREC)

Electrolizador/SOFC compacto basado en thin films (IREC)

Desarrollo de nanocatalizadores y electrodos para la producción de hidrógeno y para uso en pilas de combustible (LEITAT)

Desarrollo de membranas poliméricas para la generación y uso de H₂ en electrocatalizadores y pilas de combustible (LEITAT)

Fabricación aditiva de electrodos y sistemas auxiliares (LEITAT)

Tests electroquímicos de materiales, componentes, celdas y stacks de electrocatalizador y pila de combustible (LEITAT)

Integración de sistemas híbridos en redes de energía

Integración de pilas de combustible en redes eléctricas (UPC)

Integración de celdas de combustible o fuel cells (FC) en redes eléctricas (Eurecat)

Optimización multicriterio para la gestión de una red con múltiples vectores energéticos (Eurecat)

Mantenimiento predictivo y detección de fallas (Eurecat)

Servicios a la red eléctrica desde electrolizadores (UPC)

Gemelo Digital interpretable para la gestión de la inyección de hidrógeno en red de gas natural (URV)

Tecnologías power-to-heat

Power to heat by plasma flame (Eurecat)

Uso del hidrógeno como materia prima

Captura y reducción de CO₂ (power-to-chemical)

Desarrollo de catalizadores y pilotaje de procesos termoquímicos (Eurecat)

Diseño de reactores, cámaras de gasificación, pirólisis o combustión (Eurecat)

Simulación CFD, térmica y cinética química de reacciones volumétricas (Eurecat)

Hidrogenación selectiva de CO₂ a metano, metanol y combustibles sintéticos (URV)

Prototipos por conversión de hidrógeno y biogás a gas metano renovable (IREC)

Desarrollo de dispositivos para la captura y conversión electroquímica de CO₂ (Eurecat)

Conversión de CO₂ en productos de valor añadido (ICIQ)

Captura de CO₂ (ICIQ)

Electrocatalizadores con electrodos de difusión de gas para la reducción de CO₂ (UB)

Conversión bioelectroquímica de CO₂ en bioproductos mediante hidrógeno como intermedio clave (UDG)

Hidrogenación de materia prima renovable

Hidrodeoxigenación catalítica de lignina para obtener biofuels (URV)

Transformación catalítica de 5-HMF en presencia de hidrógeno para obtener aditivos de biofuels (URV)

Hidrogenación de glicerol a 1,2-propanediol (URV)

Hidrogenólisis de glicidol a propanedioles (URV)

Desarrollo de nanocatalizadores para hidrogenaciones (LEITAT)

Guía de tecnologías y servicios

Tecnologías transversales

HPC-based digital tools for modelling and simulation of hydrogen-based technologies for power generation and propulsion to hydrogen generation in electrolyzers (BSC)

Evaluación de sostenibilidad de la cadena de valor del hidrógeno (LEITAT)

High Performance Computing Cluster HPC - JFF (UPC)

Creación, aplicación y análisis de herramientas para promover el conocimiento del hidrógeno verde, la aceptación social de los proyectos y el uso de las tecnologías y productos derivados (URV)



01

Producción de hidrógeno



El hidrógeno puede producirse por fuentes de energía renovable (biomasa, solar, eólica, etc.). Existe una gran variedad de procesos tecnológicos que se pueden utilizar (químico, biológico, electrolítico, fotolítico, termoquímico, etc.). Cada tecnología tiene un grado de desarrollo y ofrece distintas oportunidades y beneficios.

El objetivo principal es investigar y desarrollar tecnologías para una producción de hidrógeno de bajo coste y altamente eficiente a partir de diversas fuentes renovables:

- Electrólisis o fotoelectrólisis del agua mediante energía renovable
- Gasificación/Pirólisis de biomasa o residuos orgánicos (agrícolas, urbanos o industriales)
- Descomposición electroquímica y termoquímica de compuestos portadores de hidrógeno como: amoníaco, metanol, ácido fórmico u otros; y el reformado de metanol, metano, amoníaco, bioetanol, biometano u otros.



La electrólisis de agua

La electrólisis de agua consiste en la descomposición electroquímica del agua en hidrógeno y oxígeno. Actualmente existen cuatro tecnologías de electrólisis: la alcalina, la PEM (Membrana de intercambio de protones), la SOE (electrólisis de óxido sólido) y la AEM (Membrana de intercambio de aniones).

La electrólisis alcalina es la tecnología más avanzada, pero presenta retos como son las limitaciones en la densidad de corriente o una configuración de diseño voluminoso. La tecnología PEM se presenta como una alternativa al resolver las limitaciones anteriores, pero su principal desventaja es la utilización de materiales críticos como son los metales nobles, Pt e Ir. La electrólisis AEM que combina las ventajas de las tecnologías alcalina y PEM, actualmente es una tecnología todavía inmadura con retos que resolver como la necesidad de aumentar la vida útil de las membranas, optimización de los catalizadores y electrodos, así como el escalado y demostración de sistemas en entornos relevantes. Por último, la tecnología de electrólisis de óxidos sólidos (SOE) que tiene la principal ventaja de una mayor eficiencia al trabajar a temperaturas elevadas pero que todavía está en fase de desarrollo con retos en la degradación de componentes debido a las altas temperaturas de trabajo.

Como se puede observar, cada tecnología está en diferentes etapas de desarrollo y tiene ventajas y retos que hacen necesaria la investigación e innovación para que estas soluciones tecnológicas sean competitivas.

01

Producción de hidrógeno

Electrolizador de membrana de intercambio aniónico sin metales nobles ni materiales críticos para la producción de hidrógeno



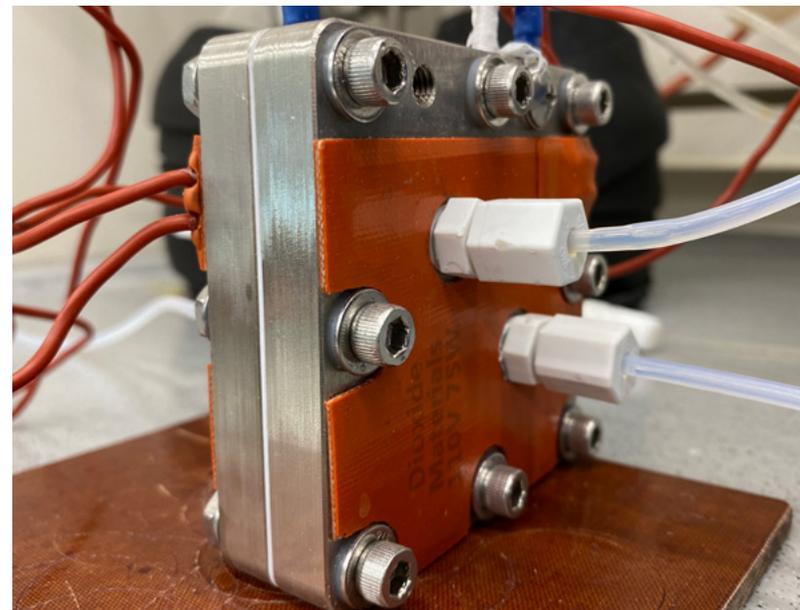
El electrolizador está constituido en base a electrodos decorados con nuevos catalizadores que hemos desarrollado y patentado (Patente EP2516.4). Hemos construido electrolizadores de 4 cm² de área de electrodo que trabajan a más de 1 A cm² por debajo de 1.8 V de voltaje de celda. Estamos escalando esta tecnología a un electrolizador de 1 m² de superficie para validar su viabilidad tecno-económica.

Problemática que resuelve

La obtención de hidrógeno por electrólisis de agua se considera un proceso básico para la descarbonización de la industria, puesto que permite la producción de hidrógeno verde con emisiones limitadas. Sin embargo, este proceso es todavía muy caro debido a los altos costes de fabricación de los electrolizadores actuales. A partir de nuestros materiales patentados hemos conseguido construir un electrolizador a escala de Laboratorio que es competitivo y que podría permitir abaratar los costes de producción de hidrógeno.

Ámbito de aplicación en mercado

Nuestra tecnología puede ser utilizada tanto por industrias consumidoras de hidrógeno, como por la industria de transporte para la generación de hidrogeno en hidrolineras o centros de distribución.



Niveles



Madurez
TRL 4

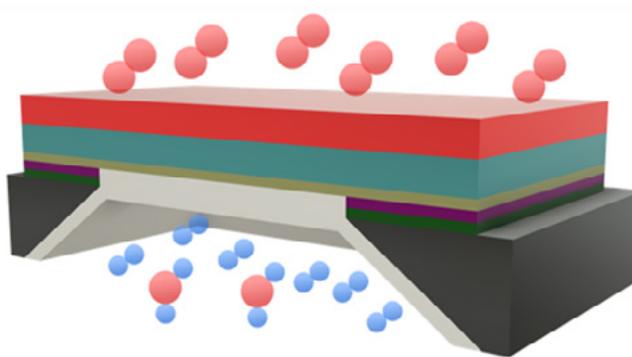
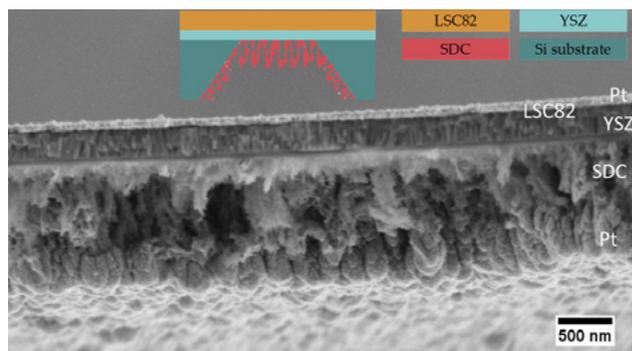


Desarrollo
Prototipo

Con el apoyo de

Electrolizador/SOFC compacto basado en thin films

Esta tecnología es una celda de electrólisis de óxido sólido (SOEC) reversible de película delgada. El uso de la tecnología de película delgada ($< 1\mu\text{m}$) representa una innovación tecnológica impulsada por fenómenos a nanoescala. El factor diferenciador más destacable se basa en el uso de nanocapas que, (i) reducen el volumen de la pila de electrolizadores, (ii) aumentan la densidad de energía y la unidad de área, (iii) requieren menos cantidades de Materias Primas Críticas (CRMs, 0,05 kg/kW); y (iv) mejoran la eficiencia P2G (95%) en comparación con otros electrolizadores. Además, otra ventaja del uso de capas finas es que la temperatura de funcionamiento de los SOEC se reduce, en concreto, la temperatura de funcionamiento se reduce hasta los 200 °C (comúnmente el rango de temperatura de funcionamiento de los SOEC está entre 700 °C – 800°C). La tecnología propuesta aumenta la durabilidad (en comparación con otras tecnologías SOEC) a bajo costo. Esta tecnología se fabrica utilizando técnicas de microfabricación convencionales. Por lo tanto, se garantiza el bajo costo y la producción a gran escala.



Producción

Electrólisis de agua



Problemática que resuelve

- Bajo contenido de materias primas críticas (<99%).
- Alto rendimiento y bajo costo de fabricación gracias a la microelectrónica.
- Módulos electrolizadores reversibles ultracompactos.
- Convertir la energía eléctrica en H₂ a altas densidades, baja T.
- Respuesta más rápida y es capaz de trabajar bajo presión.

Proyectos relacionados

- EPISTORE – Thin Film Reversible Solid Oxide Cells for Ultracompact Electrical Energy Storage.

Niveles



Madurez
TRL 3



Desarrollo
Laboratorio



Protección
Patente

Con el apoyo de



Catalizadores basados en metales abundantes y económicos

Estudio y caracterización de nuevos materiales basados en elementos no críticos y abundantes. El objetivo radica en la generación de una nueva generación de materiales con propiedades intrínsecas especiales. Estas se relacionan con la conductividad electrónica, alta actividad catalítica y resistencia a la corrosión. En esta vía, una amplia gama de familias han sido analizadas en reacciones energéticamente demandantes, como es la oxidación de agua. Esta última, altamente estudiada por su directa implicación en la generación de hidrógeno verde, y el almacenamiento de energías renovables.



Problemática que resuelve

Disminuir el precio del hidrógeno electrolítico y verde. Alargar la vida útil de los sistemas electrón-catalíticos.

Proyectos relacionados

- Novel boundary conditions for advanced electrocatalysis: From magnetic field effects to solvent-less configurations (NEWBOUND) PID2021-124796OB-I00.

Niveles



Madurez
TRL 4



Desarrollo
Laboratorio



Protecciónn
Patente

Con el apoyo de

Membranas y electrodos impresos

Tecnología diferencial desarrollada por EURECAT para la preparación de componentes y membranas electrodo asambleas (MEA) para procesos de impresión a gran escala. Como resultado de la tecnología se han desarrollado: a) nuevas membranas composites basadas en ionómeros de membrana, de bajo coste, compatibles con la preparación de catalyst coated membranas (CCM) o catalyst coated substrates (CCS); y b) nuevos electrodos conductores impresos para la preparación de MEAs 100% impresas o parcialmente impresas (eg. sólo cátodo).



Problemática que resuelve

Proceso total de fabricación avanzada de membranas CCM o CCS y electrodos y platos conductores para la preparación de Membrane Electrode Assemblies (MEAs).

Las metodologías escalables de impresión y recubrimiento de áreas grandes permiten reducir los costes de fabricación del MEA en diez veces.

Ámbito de aplicación en mercado

Electrolizadores y pilas de combustible.

Salud e- sensores autónomos.

Producción

Electrólisis de agua

eurecat
Centre Tecnològic de Catalunya

Proyectos relacionados

- eSCALED – HEU-ITN: European School on Artificial Leaf: Electrodes Devices.
- AGAUR PROD 00203 - Low cost, lightweight, high performance membrane electrode assemblies for hydrogen powered vehicles.

Niveles



Madurez
TRL 3



Desarrollo
Fully printed
MEA



Protecciónn
Patente

Con el apoyo de

Polímeros de cristal líquido por intercambio de protones



UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

Niveles

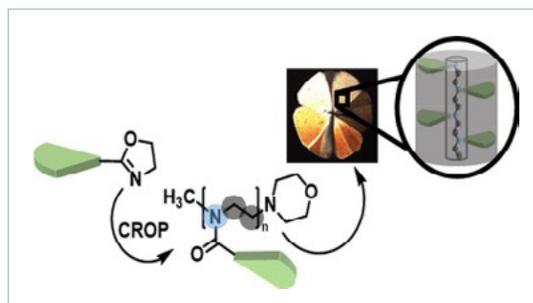


Madurez
TRL 2-3



Desarrollo
Prototipo

Polímeros basados en poliéteres, polioxazolidinas y otros precursores heteroatómicos, como alternativa a polietilenos perfluorados sulfonatos ácidos (tipo Nafion), con características de cristal líquido. Permiten el transporte de protones mediante un mecanismo innovador y más selectivo. A diferencia de las membranas tipo Nafion, estos polímeros no requieren presencia crítica de humedad para facilitar la conductividad protónica y permiten el transporte más selectivo de los protones, reduciendo problemas como el cross-over.



Problemática que resuelve

Dependencia de membranas tipo Nafion y necesidad de condiciones de humedad mínimas para funcionamiento.

Ámbito de aplicación en mercado

Dispositivos electroquímicos tipo celdas y pilas de combustible, aplicable a producción de electricidad en entornos estacionarios, grandes o medios generadores eléctricos, motores eléctricos para transporte pesado (barcos, camiones...) y movilidad a nivel utilitario (coches, motos, furgonetas...).

En concreto, las membranas de transporte protónico son esenciales en celdas de combustible y actualmente hay un único tipo comercializable (membranas tipo Nafion). Lo potencia radica en sustituir estas membranas.

Publicaciones principales

- Jordi Guardiola, Marta Giamberini, José Antonio Reina, Xavier Montané. Synthesis and characterization of dendronized side chain liquid crystalline Poly(2-oxazoline)s towards biomimetic ion channels. *European Polymer Journal*. Volume 196, 112273 (2023). <https://doi.org/10.1016/j.eurpolymj.2023.112273>.
- K. A. Bogdanowicz, G. A. Rapsilber, J. A. Reina and M. Giamberini. Liquid Crystalline Polymeric Wires for Selective Proton Transport, Part 1: Wires Preparation. *Polymer*. 92, 50-57 (2016). <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0032386116302191>

Proyectos relacionados

- “Desarrollo de membranas biomiméticas para transporte de protones y adsorción de CO₂, y catálisis para obtención de metanol” (ENE2017-86711-C3-3-R), (83.490,00 euro), PI: Ricard García-Valls.
- “Membrane-electrode assemblies for an integrated circular energy system based on fuel cells and CO₂ capture and photo-electro-catalytic conversion” EMECARBON (PID2020-116322RB-C32) (127.050,00 €), PIs: Dr. Ricard García Valls and Dr. Alberto Puga.

Con el apoyo de

Diseño de placas bipolares fabricadas con distintas tecnologías

Diseño de placas bipolares para electrolizadores y pilas de combustible de hidrógeno, teniendo en cuenta aspectos como la selección de materiales y el proceso de fabricación, la estanqueidad del conjunto y el montaje del sistema, entre otros. Posibilidad de asistir al diseño mediante simulación MEF a nivel mecánico, para asegurar la estabilidad estructural del conjunto una vez montado.



Problemática que resuelve

Diseño y validación de placas bipolares como elemento clave en electrolizadores y pilas de combustible.

Diseño para la fabricación con diferentes tecnologías, por ejemplo, mecanizado convencional o procesos de estampación.

Ámbito de aplicación en mercado

Industria en general, toda la que pueda incorporar pilas de combustible o electrolizadores en algún punto del proceso (energía, automoción, construcción...).

Producción

Electrólisis de agua

eurecat
Centre Tecnològic de Catalunya

Niveles



Madurez
TRL 4



Desarrollo
Prototipo



Protección
Secreto industrial

Publicaciones principales

- 15th Mediterranean Congress of Chemical Engineering, 2023. <https://doi.org/10.48158/MeCCE-15.T5-P-04>

Proyectos relacionados

- FormPlate - Innovation in materials, design and manufacture of high-performance and durable PEM fuel cell bipolar plates.
- Traça GREEN H2 - Sustainable Integration of green-H2 for chemical and energy applications.

Con el apoyo de

Recubrimientos técnicos para pilas de combustible y electrolizadores

Desarrollo y aplicación de recubrimientos técnicos obtenidos mediante tecnologías de evaporación física en fase vapor (PVD, Physical Vapor Deposition) para la Protección de placas bipolares metálicas de pilas de combustible y electrolizadores. Asesoramiento a empresas fabricantes de pilas de combustible, electrolizadores o de placas bipolares en la selección del tipo y tecnología de recubrimiento.

Caracterización de las propiedades microestructurales, morfológicas, químicas (resistencia a la corrosión) y eléctricas (medida de resistencia interfacial de contacto, ICR) de las placas bipolares recubiertas.



Problemática que resuelve

Mejora de la durabilidad de las pilas de combustible y electrolizadores.

Mejora del rendimiento de las pilas de combustible y electrolizadores.

Ámbito de aplicación en mercado

Pilas de combustible de hidrógeno y electrolizadores. Generación de energía, electromovilidad.

Publicaciones principales

- Desarrollo y caracterización de recubrimientos PVD de carburo de cromo para la Protección de placas bipolares metálicas de pila de combustible PEM. R. Bonet, J. Orrit-Prat, S. Molas, A. Concustell, M. Bahillo, J. Caro. 15º Congreso Mediterráneo de Ingeniería Química (MeCCE-15), Barcelona (España), 30 de mayo-2 de junio (2023).
- Desarrollo y caracterización de recubrimientos PVD a base de cromo para la Protección de placas bipolares de acero inoxidable para pilas de combustible PEM. R. Bonet, J. Orrit-Prat, S. Molas, A. Concustell, M. Bahillo, J. Caro. Reunión de la Unión Internacional de Película Delgada de Plasma (PLATHINIUM), Antibes (Francia), 11-15 de septiembre (2023).

Proyectos relacionados

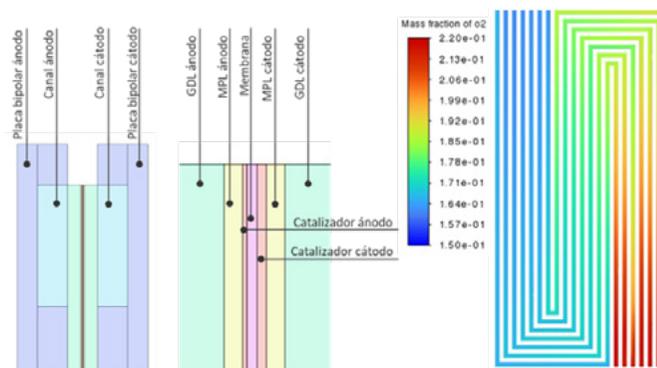
- INNPLÁGENO: Innovación en tecnologías de fabricación y recubrimiento para optimizar el rendimiento de placas de baterías bipolares de membrana polimérica y pila de combustible de hidrógeno.
- GreenH2: Integración sostenible de Green-H2 para aplicaciones químicas y energéticas.



Simulación CFD, térmica y electroquímica de electrolizadores y pilas

Simulación CFD, térmica y electroquímica acoplada realizada con el software comercial Ansys Fluent del funcionamiento de una monocelda de electrolizador o pila de combustible de hidrógeno. La simulación tridimensional incluye todas las capas internas (membrana, catalizadores, MPL, GDL), las placas bipolares y los colectores eléctricos. Permite obtener resultados del comportamiento eléctrico, térmico, fluidodinámico y de cinética química, y, por lo tanto, generar la curva de polarización.

Se dispone de experiencia en la simulación fluidodinámica y mecánica de placas bipolares y también de simulación electroquímica de pilas tipo PEM, a través de diferentes colaboraciones.



Problemática que resuelve

- Permite obtener una reproducción virtual de la monocelda y predecir su comportamiento a nivel fluidodinámico, térmico y químico.
- Permite apoyar las tareas de diseño de electrolizadores y pilas de combustible.

Ámbito de aplicación en mercado

Industria en general, toda la que pueda incorporar pilas de combustible o electrolizadores en algún punto del proceso (energía, automoción, construcción...).

Publicaciones principales

- 15º Congreso Mediterráneo de Ingeniería Química, 2023 <https://doi.org/10.48158/MeCCE-15.T5-P-04>

Proyectos relacionados

- FormPlate - Innovación en materiales, diseño y fabricación de placas bipolares de pila de combustible PEM de alto rendimiento y durabilidad.
- Traça GREEN H2 - Integración sostenible de Green-H2 para aplicaciones químicas y energéticas.

Niveles



Madurez
Servicio



Desarrollo
Simuladores

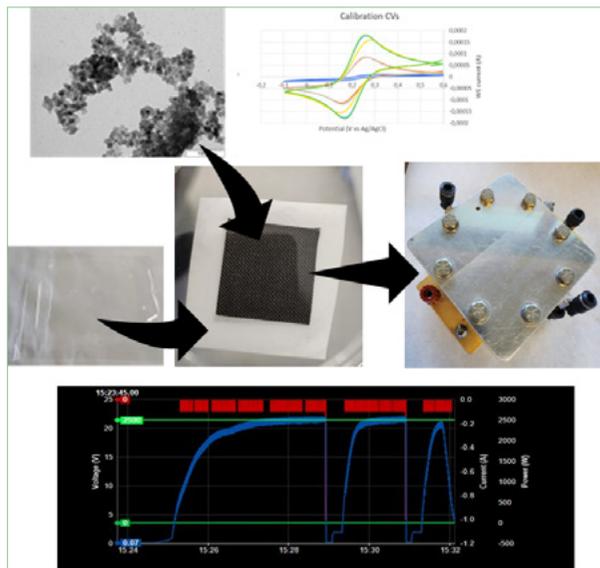


Protección
Registro de
conocimiento

Con el apoyo de

Laboratorio de desarrollo y testeo de tecnología PEM

Las capacidades tecnológicas del Laboratorio consisten en desarrollo y fabricación de los componentes de electrolizadores y pilas de combustible (catalizadores, membranas, MEA, placas bipolares, Prototipo). Además, se pueden caracterizar todos materiales mencionados por técnicas electroquímicas in situ o ex situ utilizando el equipamiento de estado del arte. Disponemos de un banco de pruebas de pilas de combustible, que permite controlar y medir (a) los flujos de hidrógeno y de aire, (b) presiones, (c) la temperatura de alimentación de la pila de combustible/gas, (d) la humedad relativa de alimentación de gas, y (e) la tensión, corriente y potencia. La evaluación y caracterización de funcionamiento de pila de combustible PEM llegando a 10 y 300W, incluye a 2.5kW en caso de un stack, y de electrolizador PEM a 10W y 100W incluyendo ensayos de larga duración.



Problemática que resuelve

El desarrollo de componentes de tecnologías PEM que reducen el coste de implementación.

Eurecat cuenta con un Laboratorio de testeo de tecnología PEM de las pilas de combustible y electrolizadores.

Ámbito de aplicación en mercado

Empresas de desarrollo e implementación de electrolizadores y pilas de combustible.

Producción

Electrólisis de agua

eurecat
Centre Tecnològic de Catalunya

Niveles

Publicaciones principales

- Química de Materiales, V 30, p: 1799-1807, 2018 <https://doi.org/10.1021/acs.chemmater.8b00290>.
- Membranas, V 10, (355), 2020 <https://doi.org/10.3390/membranes10110355>.

Proyectos relacionados

- GreenH2 - Integración sostenible de Green-H2 para aplicaciones químicas y energéticas.
- FORMPLATE - Innovación en materiales, diseño y fabricación de placas bipolares de pila de combustible PEM de alto rendimiento y durabilidad.



Madurez
TRL 3-5



Desarrollo
Equipo



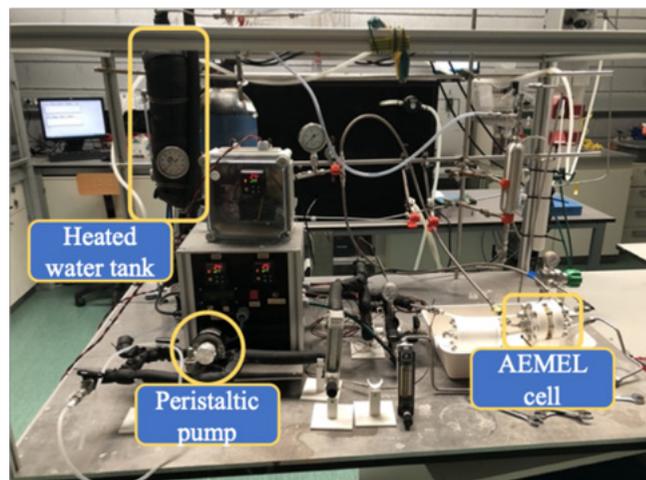
Protección
Secreto
industrial

Con el apoyo de

Servicios de benchmarking de electrolizadores PEM y AEM



Instalación para caracterizar el funcionamiento de electrolizadores de membrana de intercambio de protón (PEM) o de anión (AEM). Diseño estandarizado de un sistema electrofítico que permite la caracterización electroquímica de diferentes tipos de membranas de intercambio catiónico o aniónico. A través de este versátil sistema, se pueden estudiar parámetros importantes como: temperatura, flujo y presión. Además, debido a su diseño tiene la posibilidad de intercambiar cualquier tipo de tecnología, ya sea tipo alcalina o de membrana.



Problemática que resuelve

Facturación de tecnología.

Proyectos relacionados

- CREAR. Proyectos Colaborativos Europeos | Ref: 721065 | Call identifier: H2020-NMBP 03-2016. De 2017 a 2020.
- NEWBOUND Ministerio de Ciencia e Innovación | Ref: PID2021-124796OB-I00. Call identifier: Proyectos I+D Generación Conocimiento. From 2022 to 2025.

Niveles



Madurez
TRL 7

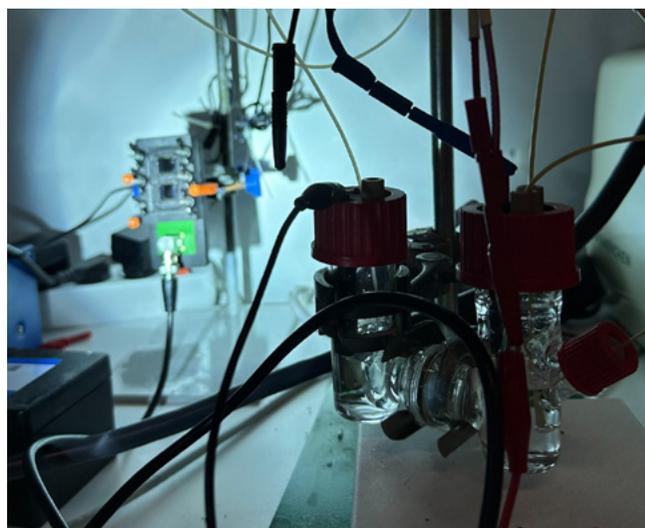


Desarrollo
Prototipo

Con el apoyo de

Aplicación de celdas solares como fuente de electricidad en reacciones electrocatalíticas

Fabricación de celdas solares que transforman la luz solar en electricidad, la cual se puede utilizar como fuente de energía para activar electrocatalizadores. Las estructuras e interconexiones de las celdas se diseñan a medida de las necesidades del catalizador en cuanto a voltaje y corriente. De esta manera se utilizan celdas basadas en perovskita solas (single junction) o unidas a otras celdas de perovskita, o celdas basadas en materiales orgánicos en conformación tándem (multijunction). Finalmente, las dimensiones se pueden adaptar para integrar los dispositivos en los reactores catalíticos.



Problemática que resuelve

Generación de electricidad a partir de luz solar para activar la electrocatálisis en un proceso con cero emisiones.

Ámbito de aplicación en mercado

Industria química – generación de electricidad a partir de luz solar
Industria fotovoltaica – desarrollo de dispositivos más eficientes y con una aplicación determinada.



Publicaciones principales

- Materiales e interfaces aplicados de ACS 2020, 12 (50), 55856-55864.

Proyectos relacionados

- SOL FUTURE Catálisis solar para un futuro de energía renovable.
- SOLARCO Reducción catalítica de CO₂ impulsada por energía solar.

Niveles



Madurez
TRL 4



Desarrollo
Prototipo



Protección
Patente

Con el apoyo de

Tratamientos del agua para electrólisis

La calidad de agua necesaria para los procesos de electrólisis en la producción de hidrógeno es extremadamente elevada. Los nuevos avances en tecnologías de separación por membrana y oxidación avanzada permiten eliminar las sales y los contaminantes de casi cualquier fuente de agua. El presente servicio consiste en el desarrollo de procesos para la purificación de fuentes de agua alternativas a partir de tecnologías avanzadas de separación y oxidación avanzada. Entre las fuentes de agua alternativas se considera agua de mar, agua residual urbana e industrial, agua superficial no tratada, etc.

Problemática que resuelve

Garantizar la disponibilidad de agua para el proceso de electrólisis.

Disminuir el impacto ambiental del proceso de producción de H₂.

Ámbito de aplicación en mercado

Producción de hidrógeno por electrólisis.

Tratamiento de agua.

Producción

Electrólisis de agua



Publicaciones principales

- Sbardella, L. et al. Optimization of pilot scale forward osmosis process integrated with electro dialysis to concentrate landfill leachate. Chemical Engineering Journal. Volume 434. 2022.
- Serra-Clusellas, A. et al. Erythromycin abatement from water by electro-fenton and peroxyelectrocoagulation treatments. Water (Switzerland) Volume 13, Issue 82 April 2021.

Proyectos relacionados

- ULTIMATE: indUstry water-utiLiTy symbiosis for a sMarter wATER society. H2020 GA 869318 Integration of green-H2 for chemical and energy applications.

Niveles



Madurez
TRL 5-9



Desarrollo
Plantas
piloto

Con el apoyo de

Procesos para la recuperación de CRM y otros materiales de brines

Desarrollo de procesos a partir de materiales innovadores altamente selectivos para la recuperación y purificación de Critical Raw Materials y otros compuestos de valor añadido de disoluciones de alta salinidad concentradas de procesos de desalinización de agua de mar, minería, etc.

La tecnología se basa en materiales tales como los ionóforos, líquidos iónicos, solventes y membranas altamente selectivos a iones de metales que están a muy baja concentración (ppm y ppb) respecto a los iones mayoritarios en agua de mar (Na, Cl, K, Mg, Ca, etc.) para su recuperación.

Problemática que resuelve

Disminución del impacto ambiental y energético de la extracción de CRM.

Obtener fuentes alternativas de los CRM.

Superar la dependencia de EU de fuentes externas de CRMs.

Ámbito de aplicación en mercado

Minería.

Desalinización.

Tratamiento agua.

Producción

Electrólisis de agua

eurecat
Centre Tecnològic de Catalunya

Proyectos relacionados

- SEA4VALUE. Desarrollo de innovaciones radicales para la recuperación de minerales y metales a partir de salmueras de desalinización de agua de mar. H2020 869703 (Coordinador Eurecat).

Niveles



Madurez
TRL 3-5



Desarrollo
Prototipo

Con el apoyo de

Integración del hidrógeno con el sector del agua y los residuos



Niveles

Producción de hidrógeno azul:

Recuperación de CH4 del biogás, upgrading y reformado

Producción de hidrógeno verde:

Desarrollo de trenes de tratamiento de agua para la producción de hidrógeno verde, vía electrólisis, a partir de diferentes tipos de agua (desalinizada, regenerada)

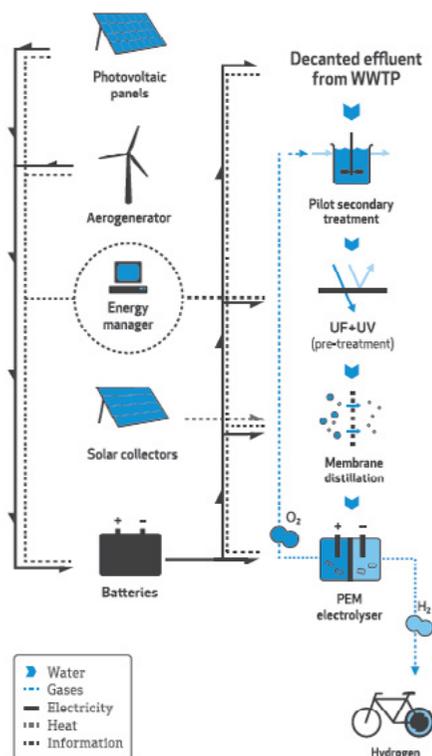
Economía y sostenibilidad del hidrógeno

Problemática que resuelve

Producción de agua de calidad necesaria en la electrólisis a partir de fuentes alternativas evitando el uso de agua potable en un contexto de falta de recursos.

Ámbito de aplicación en mercado

Integración de la producción de hidrógeno verde con el ciclo urbano del agua.



Publicaciones principales

- E. Marzo., A. Gali., B. Lefevre., L. Bouchy., A. Vidal., J.L. Cortina., A. Fabre. Hydrogen and Oxygen Production using Wastewater Effluent Treated with Ultra-Filtration and Membrane Distillation (Greenlysis). Procedia Engineering Volume 44, 2012, Pages 1744-1746.
- Sergi Vinardell, Palina Nicolas, Ana María Sastre, Jose Luis Cortina, and César Valderrama. Sustainability Assessment of Green Ammonia Production To Promote Industrial Decarbonization in Spain. ACS Sustainable Chem. Eng. 2023, 11, 15975–15983.

Proyectos relacionados

- Greenlysis: El objetivo de este proyecto era evaluar la tecnología de electrólisis aplicada a los procesos de depuración. Se construyó una planta piloto en una estación depuradora de agua residual (EDAR) para obtener hidrógeno y oxígeno a partir de la electrólisis. El hidrógeno se utilizará como combustible para el sector transporte, sustituyendo los combustibles fósiles convencionales; y el oxígeno se aplicará al mismo proceso de depuración, reemplazando la aireación actual del reactor biológico. El agua de partida para la electrólisis será el agua depurada del efluente de la EDAR, por lo que será convenientemente acondicionada para alcanzar los niveles de calidad requeridos por la electrólisis.
- Nimbus: Este proyecto tiene como objetivo promover la economía circular mediante la generación de biometano a partir de lodos de depuradora y tecnologías power-to-gas, usándolo como combustible sostenible para el transporte público urbano.



Madurez
TRL 4-6



Desarrollo
Planta piloto

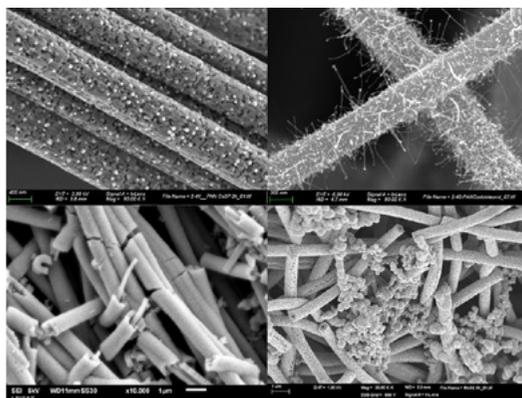
Con el apoyo de



Desarrollo de nanocatalizadores y electrodos para la producción de hidrógeno y para uso en pilas de combustible



Fabricación, modificación y caracterización fisicoquímica de nanocatalizadores y electrodos: nanofibras de carbono (films), nanorodos de perovskitas, nanomateriales metálicos y óxidos metálicos. Obtención a partir de procesos de química húmeda (electrospinning, co-precipitación, sol-gel, solvothermal, etc.). Caracterización de los nanomateriales obtenidos para estudiar morfología y tamaño (HRSEM-EDS, TEM, DLS, Mastersizer), composición (XRD, ICP-MS, análisis elementales, Raman, XPS), conductividad eléctrica, porosidad (BET, porosimetría), estabilidad térmica (TGA-DSC), etc.



Problemática que resuelve

Los nuevos nanomateriales fabricados permiten:

- Utilización de electrodos y nanocatalizadores activos basados en materiales abundantes en la corteza Terrestre, reduciendo/eliminando el uso de materiales basados en critical raw materials (CRM).
- Obtención de nanocatalizadores con elevada área superficial y, por tanto, mayor actividad catalítica.

Además, el uso de las nanofibras de carbono permite:

- Uso directo de los films como electrodos, evitando el uso de un polímero, disolvente y un proceso de recubrimiento (deposición + secado). Por tanto, disminución en los costes de producción.
- Producción de nanopartículas no aglomeradas distribuidas homogéneamente sobre las nanofibras de carbono, con una elevada área superficial y nanoporosidad. Esto es beneficioso por su actividad catalítica y permite que las nanopartículas estén soportadas sobre un soporte conductor.
- El proceso de electrospinning es escalable y fácilmente modificable por la obtención de diferentes tipos de nanocatalizadores y electrodos.
- Posibilidad de realizar el proceso más sostenible con uso de lignina como fuente de carbono.

Ámbito de aplicación en mercado

Catalizadores y electrodos en:

- Sector energía
- Sector industrial de producción y consumo de hidrógeno.
- Sector químico.

Publicaciones principales

- Arpita Nandy, et. al. Influence of carbon-based cathodes on biofilm composition and electrochemical performance in soil microbial fuel cells, *Environmental Science and Ecotechnology*, 2023, 16, 100276.
- Sandra Martinez-Crespiera, et. al. Non-precious metal doped carbon nanofiber air cathode for Microbial Fuel Cells application: oxygen reduction reaction characterization and long-term validation, *Electrochimica Acta*, 2017, 228, 380.

Proyectos relacionados

- STACKAEM: (Proyecto Nacional CPP2022) 2023-2026 <https://projects.leitat.org/home/inicia-el-proyecto-stackaem/>) “Desarrollo y optimización de los componentes de un electrolizador AEM de alta eficiencia”. Leitat desarrolla nanofibras de carbono dopadas con nanopartículas de catalizadores activos (fosfuros, NiMo, etc.) para su uso como cátodos.
- X-SEED: (EU project No 101137701, HORIZON-JTI-CLEANH2-2023-01-01, 2023-2027, <https://cordis.europa.eu/project/id/101137701>) “eXperimental Supercritical Electrolyser Development”. Leitat desarrolla nanorods de perovskitas por su uso como catalizadores en los electrodos de un electrolizador supercrítico tipo AEM.

Niveles



Madurez
TRL 3-5



Desarrollo
Prototipo



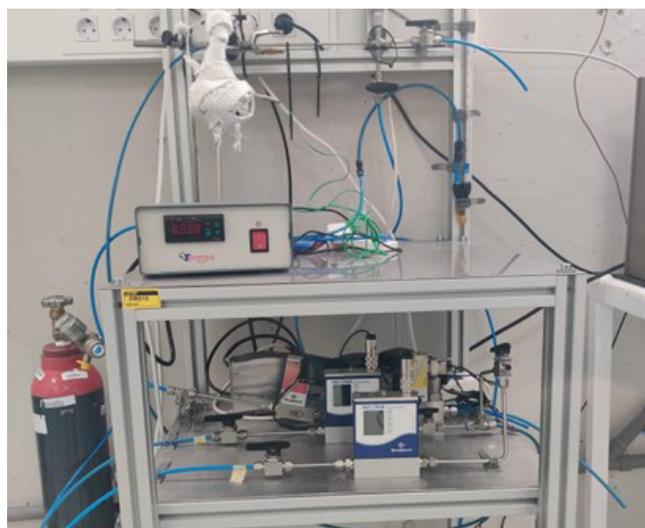
Protección
Secreto
industrial

Con el apoyo de



Desarrollo de membranas poliméricas para la purificación de hidrógeno

Para la purificación del H₂ se desarrollan membranas poliméricas. La membrana se fabrica mediante la técnica de inversión de fases y se incorporan nanomateriales (MOF, grafeno) a la membrana para mejorar la selectividad y la permeabilidad al gas. Se identifican los mejores parámetros de dispersión y combinación de polímero-nanomaterial y se utilizan en el desarrollo de membranas. Se investigan dos métodos distintos de adición de nanopartículas: a) mediante dispersión del nanomaterial a la solución polimérica; b) mediante capas adicionales con un procedimiento de recubrimiento por inmersión. Las propiedades de transporte de masa de la membrana se prueban a escala de laboratorio midiendo las permeancias de gases puros, mixtos y con vapor utilizando gases sintéticos. La morfología de la membrana se analiza mediante microscopía electrónica de barrido (SEM). El análisis de la composición química de las membranas se realiza mediante espectroscopia infrarroja por transformada de Fourier (FTIR) y análisis termogravimétrico combinado con calorimetría diferencial de barrido (DSC/TGA), y la composición de los flujos de gas mediante cromatografía de gases (GC).



Problemática que resuelve

Actualmente, el H₂ producido mediante procesos de steam reforming o H₂ verde se diluye normalmente con grandes cantidades de subproductos (CH₄, CO₂, O₂, N₂, H₂O) que deben eliminarse para alcanzar la pureza necesaria para una posterior utilización. La tecnología de membrana ofrece una alternativa atractiva a los procesos de separación tradicionales. Aunque las membranas basadas en Pd representan una solución adecuada, el uso de materias primas críticas es una barrera para su aplicación a gran escala y se requieren membranas poliméricas más económicas con un buen rendimiento.



Ámbito de aplicación en mercado

- Membranas:
- Sector energía
 - Sector industrial de producción y consumo de hidrógeno.

Proyectos relacionados

- GH2: (EU 101070721) Producción de H₂ verde a partir de agua y bioalcoholes por espectro solar completo en un reactor de flujo.
- H2ENRY (Nacional. Red Cervera 2023). Programa estratégico de investigación y transferencia para el impulso del hidrógeno renovable como vector energético para la transición energética. Leitat lleva a cabo la purificación de hidrógeno renovable producido con reactores bioelectroquímicos mediante las membranas.

Niveles



Madurez
2-5



Desarrollo
Prototipo



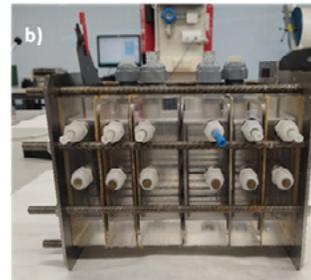
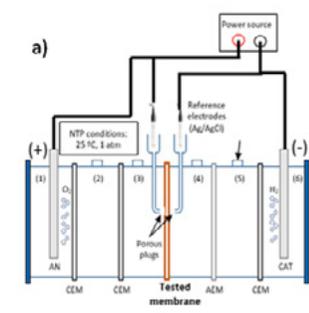
Protección
Patente
prevista

Con el apoyo de



Desarrollo de membranas poliméricas para la generación y uso de H₂ en electrolizadores y pilas de combustible

Para la generación y uso de H₂ en electrolizadores/ pilas de combustible se utilizan normalmente membranas PEM densas con cargas iónicas. La membrana de intercambio iónico se fabrica aplicándola en forma de lámina sobre tejidos de refuerzo sintéticos como el polipropileno y el tejido de poliéster. El rendimiento de las membranas se ajusta mediante la sustitución del polímero base por grupos ácidos de conductividad eléctrica. Las propiedades de la membrana se caracterizan por medir la resistencia eléctrica y la permselectividad de la membrana mediante soluciones salinas conductoras. La morfología de la membrana se analiza mediante microscopía electrónica de barrido (SEM). El análisis de la composición química de las membranas se realizará mediante espectroscopia infrarroja por transformada de Fourier (FTIR).



Problemática que resuelve

Actualmente, todas las tecnologías de hidrógeno basadas en PEM se basan en ionómeros basados en ácido sulfónico perfluorado (PFSA), que es una preocupación creciente puesto que estas sustancias presentan peligros para la salud y el medio ambiente. Se necesitan membranas de intercambio de protones no fluorados con prestaciones, durabilidad y eficiencia similares.

Ámbito de aplicación en mercado

Membranas:

- Sector energía
- Sector industrial de producción y consumo de hidrógeno.



Proyectos relacionados

Vivaldi: (EU 10100044) Reactor BES para recuperar N-NH₄⁺ de las aguas residuales en forma de fertilizante líquido (salto de N-NH₄⁺). Desarrollo de membranas poliméricas de intercambio catiónico con alta selectividad hacia el catión NH₄⁺.

Niveles



Madurez
2-5



Desarrollo
Prototipo



Protección
Patente
prevista

Con el apoyo de



Purificación H₂O

Combinación de sistemas de tratamiento con membranas y de adsorción para la producción de agua ultrapura a partir de aguas residuales (Industriales o de EDAR). Los sistemas de membranas, ya sean por presión o por potencial químico, llevan a cabo la purificación primaria de las aguas eliminando material particulado, materia orgánica, DQO, y la mayor parte de la salinidad, dejando un agua con conductividades inferiores a 10 µS/cm. Posteriormente, estas aguas se refinan con un proceso de adsorción o intercambio iónico por medio de resinas que acaban de reducir la conductividad hasta niveles que pueden llegar por debajo de 0.1 µS/cm.



Problemática que resuelve

- Valorización de aguas residuales para la generación de H₂, eliminando la necesidad de utilizar agua potable como fuente de agua para la electrólisis.
- Disminución del número de procesos necesarios y el consumo global de energía para la purificación del agua hasta la calidad necesaria para la electrólisis.

Ámbito de aplicación en mercado

- Producción de agua ultrapura:
- Sector energía
 - Sector industrial de producción y consumo de hidrógeno.

Producción

Electrólisis de agua

LEITAT
managing technologies

Proyectos relacionados

- REGENERA (Nacional. Misiones 2021, “Investigación de tecnologías de almacenamiento híbrido y modelos predictivos para transformar las industrias en puntos deslocalizados de gestión de energías renovables. Desarrollo d’ un sistema de tractament de baix consum per produir aigua ultrapura a partir d’ aigües residuals per a la producció de H₂).
- Desarrollo de un sistema de tratamiento para producir agua ultrapura a partir de aguas residuales para la producción de H₂.

Niveles



Madurez
4-7



Desarrollo
Planta piloto



Protección
Registro del conocimiento

Con el apoyo de

Fabricación aditiva de electrodos y sistemas auxiliares

El área de fabricación aditiva de LEITAT se especializa en dos unidades de investigación, cada una de ellas aporta conocimientos clave en el sector del hidrógeno. Por una parte, la unidad de Materiales y Procesos contempla las siguientes capacidades:

- Fabricación aditiva de componentes (metal, polímero, cerámicos).
- Optimización y control de proceso para la obtención de propiedades a medida.
- Herramientas de monitorización y IA aplicada a la detección de defectos de proceso.
- Integración de nuevos materiales de interés en procesos de fabricación aditiva.

Por otra parte, la unidad de Diseño e Ingeniería tiene competencias en las siguientes áreas de conocimiento:

- Diseño generativo sobre requerimientos.
- Desarrollo de aplicaciones industriales avanzadas.
- Simulación termomecánica y diseño basado en simulación.
- Optimización topológica por la reducción de peso, integración de componentes, etc.
- Digitalización e ingeniería inversa.



Problemática que resuelve

- Incremento de la eficiencia: la complejidad geométrica alcanzable mediante FA, junto con los beneficios asociados a la reducción de peso, permiten en muchas ocasiones una mejora de eficiencia en los componentes del sector del hidrógeno. Por ejemplo, la gran superficie por volumen de geometrías consistentes en estructuras 3D es beneficiosa para aplicaciones como un disipador del calor de las celdas de hidrógeno.
- Integración y funcionalización de componentes: la posibilidad de escoger las propiedades de una pieza en sus regiones permite la integración de varios componentes en uno solo. También permite considerar sacarle beneficio de ciertas propiedades funcionales a algunas zonas. Los gradientes de porosidad que pueden obtenerse mediante FA son de interés para la producción, entre otros, de placas bipolares, placas porosas de transporte o sustratos metálicos en celdas MSFC.
- Reducción de la complejidad o tiempo de proceso: la fabricación aditiva puede convertirse en altamente competitiva en aplicaciones donde el número de procesos necesarios o su complejidad es muy elevada, proveyendo una opción directa y sencilla. De nuevo, a modo de ejemplo, la tecnología de fabricación Binder Jetting, permite la deposición de materiales capa a capa y posterior sinterizado conjunto, las diferentes necesidades de cada capa en las celdas electroquímicas podrían ser resueltas en un único proceso multi-material gracias a esta tecnología.

Publicaciones principales

- Sergi Bafaluy Ojea, Jordina Torrents-Barrena, María Teresa Pérez-Prado, Rocío Muñoz Moreno, Federico Sket, Binder jet green parts microstructure: advanced quantitative analysis, Journal of Materials Research and Technology, 23, 2023, 3974-3986, ISSN 2238-7854, <https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2023.02.051>.
- P. Castejón, M. Antunes, D. Arencón, Development of Inorganic Particle-Filled Polypropylene/High Density Polyethylene Membranes via Multilayer Co-Extrusion and Stretching. Polymers 2021, 13, 306.

Proyectos relacionados

- ROBINSON (EU): smart integRation Of local energy sources and innovative storage for flexiBle, secure and cost-efficient eNergy Supply ON industrialized islands, <https://www.robinson-h2020.eu/>
- VERSAPRINT (EU): Versatile printed solutions for a safe and high-performance battery system, <https://versaprint-project.eu/>

Ámbito de aplicación en mercado

- Sector energía
- Sector automoción y electromovilidad

Niveles



Madurez
TRL 3-8



Desarrollo
Prototipo,
Laboratorio



Protección
Secreto
Industrial

Con el apoyo de

Desarrollo de tecnologías de deposición electroless para generar hidrógeno a través de recubrimientos catalíticos



Niveles



Madurez
3-4



Desarrollo
**Laboratorio y
planta piloto**



Protección
**Patente
prevista**

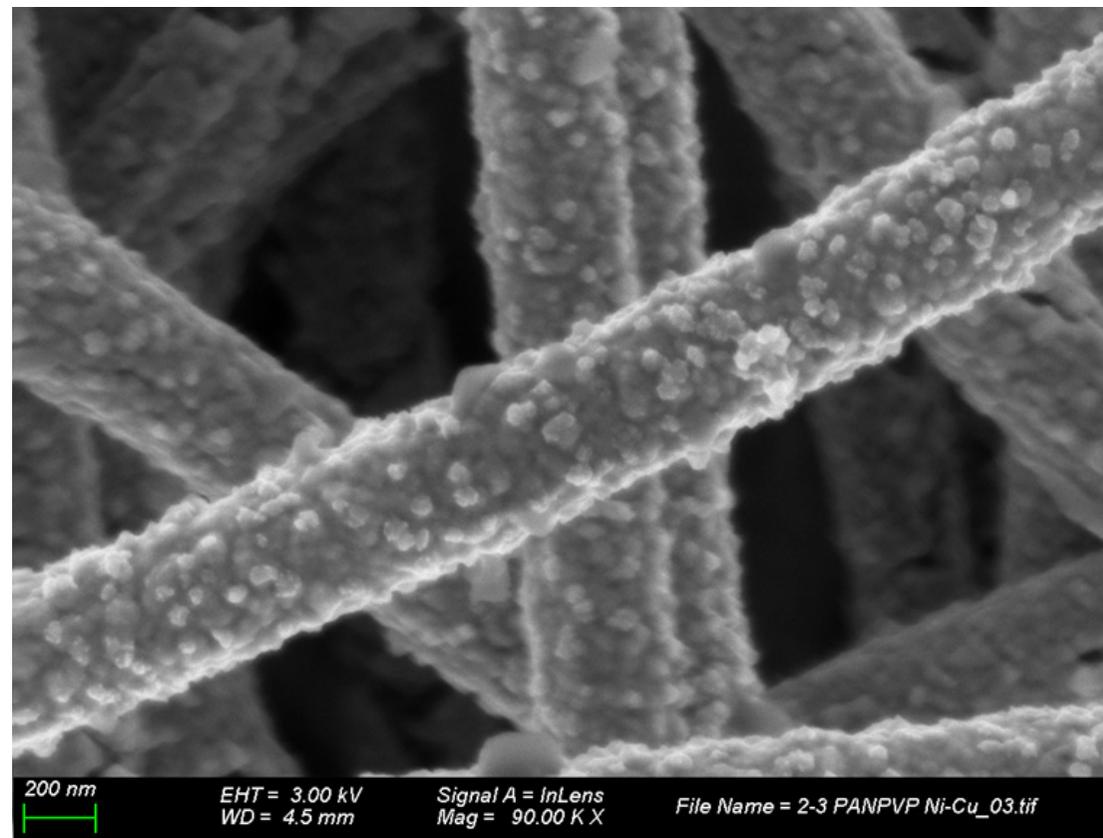
Desarrollo de recubrimientos catalíticos para la generación de hidrógeno mediante técnicas de deposición electroless para sustratos metálicos y poliméricos.

Problemática que resuelve

- Los recubrimientos catalíticos aumentan la performance de aquellos materiales destinados a la generación de hidrógeno.
- La deposición electroless, además, garantiza una deposición uniforme sobre la superficie del componente.
- El hecho de que estos recubrimientos se depositen de forma electroless representa un ahorro energético versus los recubrimientos electrolíticos.

Ámbito de aplicación en mercado

- Sector energía
- Sector industrial de producción de hidrógeno.



Con el apoyo de



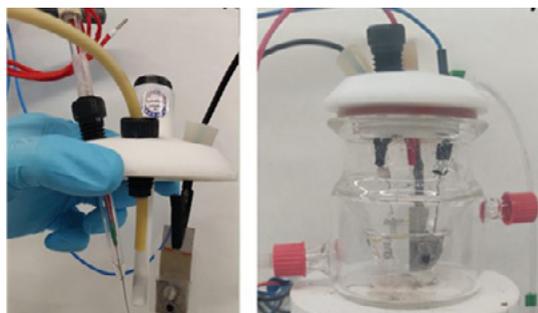
Tests electroquímicos de materiales, componentes, celdas y stacks de electrolizador y pila de combustible



Caracterización electroquímica desde los catalizadores a dispositivos (electrolizadores, pilas de combustible) para determinar su eficiencia y rendimiento. A nivel de catalizadores y electrodos, mediante una celda de tres electrodos se caracteriza el rendimiento hacia la reacción de evolución de H₂, reacción de reducción de oxígeno por materiales catódicos y la reacción de evolución de oxígeno por materiales anódicos. A nivel de dispositivo se realizan curvas de polarización para determinar el rendimiento, eficiencia energética y operación del dispositivo a intensidad constante o voltaje constante o ciclos para determinar la estabilidad.

Capacidades:

- Equipamiento de laboratorio por caracterización electroquímica y test de estabilidad de catalizadores, electrodos y membranas.
- Estación de caracterización de electrolizadores AEM y PEM de < 100W.
- Capacidad para testing de stacks de hasta 8 kW.



Problemática que resuelve

- Determinar el rendimiento electroquímico y la estabilidad de catalizadores y componentes.
- Determinar la eficiencia energética y estabilidad de los materiales (electrodos, catalizadores membranas, placas bipolares, MEAs) cuando están operados en un electrolizador o pila de combustible.

Ámbito de aplicación en mercado

- Investigación
- Energía (cadena de valor de fabricación de electrolizadores y pilas de combustible)

Proyectos relacionados

- X-SEED (HORIZON-JTI-CLEANH2-2023-01-01), 2023-2027, <https://cordis.europa.eu/project/id/101137701>: Determinación de HER (hydrogen evolution reaction) y OER (oxygen evolution reaction) de los catalizadores y electrodos desarrollados en el proyecto. Test de estabilidad de los electrodos. Coordinación científica y administrativa del proyecto.
- StackAEM (Proyecto CPP2022) 2023-2026 <https://projects.leitat.org/home/inicia-el-proyecto-stackaem/>: Determinación de HER (hydrogen evolution reaction) y OER (oxygen evolution reaction) de los catalizadores y electrodos desarrollados en el proyecto. Test de estabilidad de los electrodos. Desarrollo de banco de pruebas por testing de celdas de electrólisis tipo AEM. Desarrollo y caracterización electroquímica de un stack AEM de 5 kW.
- Lupyplast (Proyecto CPP2022) 2023-2026 <https://projects.leitat.org/home/inicia-el-proyecto-lupyplast/>: Determinación de HER (hydrogen evolution reaction) y OER (oxygen evolution reaction) de los catalizadores y electrodos desarrollados en el proyecto. Test de estabilidad de los electrodos.
- Vivaldi (EU project 10100044) 2021-2025 <https://www.vivaldi-h2020.eu/>: Determinación de HER (hydrogen evolution reaction) de los catalizadores y electrodos desarrollados en el proyecto. Caracterización electroquímica de membranas comerciales y desarrolladas en el proyecto. Tests de los electrodos y membranas en reactor bioelectroquímico.

Niveles



Madurez
3-5



Desarrollo
Laboratorio



Protección
Secreto
Industrial

Con el apoyo de



Reactores microfluídicos para producción y/o almacenamiento de hidrógeno

Los reactores microfluídicos químicos o biológicos permiten mejorar la eficiencia y miniaturizar los procesos relacionados con H₂. Algunos ejemplos pueden ser en procesos de electrólisis o control del transporte de electrólitos y gases, fotocatalisis gracias a la mayor relación superficie-volumen que ofrecen y una distribución homogénea de la luz, o reacciones de alta temperatura gracias a la alta eficacia en la transferencia de calor. En cuanto al almacenamiento, los sistemas microfluídicos pueden evaluar rápidamente la capacidad de absorción y adsorción de materiales, controlar las condiciones de formación y descomposición y estudiar el comportamiento cinético acelerando la búsqueda de nuevos materiales.

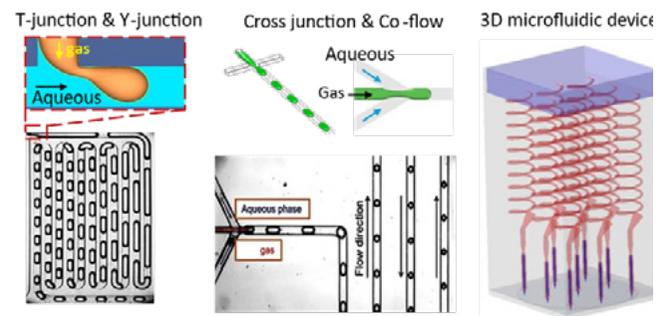
Problemática que resuelve

- Ayuda al desarrollo de nuevos procesos de producción a partir de reactores más eficaces y económicos.
- Permite la escalabilidad a nivel industrial. La producción en masa de sistemas microfluídicos está bien establecida existen empresas que se dedican a ello.
- Reducir el tamaño de los reactores y aumentar su rendimiento para la producción de H₂.
- Minimiza los residuos generados debido a que la microfluídica requiere pequeñas cantidades de reactivos, realizando los procesos más ecológicos, especialmente cuando se llevan a cabo estudios en laboratorios de investigación y desarrollo.

Ámbito de aplicación en mercado

Ofrecer tecnologías de reactores químicos/ bio compactos para disolver carbono en fases acuosas y producir H₂, por ejemplo en industrias que generan CO₂.

LEITAT
managing technologies



Publicaciones principales

- Pooya Azizian, Jasmina Casals-Terré, Jordi Ricart, Joan M. Cabot; *Microsyst Nanoeng*, 9, 91 (2023).

Proyectos relacionados

- BORGES: Biosensing with Organic Electronics (MSCA-ITN-ETN). El proyecto desarrolla nuevos tipos de sensores orgánicos integrados en dispositivos microfluídicos portátiles.

Niveles



Madurez
3-4



Desarrollo
Laboratorio



Protección
Patente

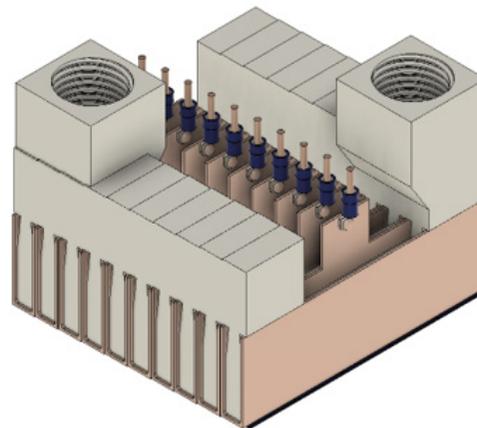
Con el apoyo de



Concentrador solar híbrido para alimentar electrolizadores de óxidos sólidos de alta temperatura



La tecnología CONVERGY es un sistema híbrido de concentración solar que combina un receptor térmico y uno fotovoltaico para la generación simultánea de electricidad y calor para alimentar a un electrolizador de óxidos sólidos (SOEC). La tecnología utiliza un sistema de reflexión para concentrar la radiación solar en cada uno de los dos receptores para gestionar dinámicamente la proporción entre el calor y la electricidad generados a fin de adaptar la generación a las condiciones operativas tanto de los receptores como del electrolizador.



Ámbito de aplicación en mercado

Sectores industriales con alto consumo de hidrógeno que deseen maximizar la producción por unidad de terreno. La tecnología combina el uso de electrolizadores SOEC con el aprovechamiento de la energía solar térmica para aumentar la eficiencia energética.

Problemática que resuelve

- Integración dinámica de calor y electricidad: Gestión del recurso solar para flexibilizar la producción de electricidad y calor según la proporción requerida por el electrolizador SOEC.
- Mejora de la eficiencia de conversión de energía solar a hidrógeno: Sustitución de hasta un 15% de la energía eléctrica por térmica, que tiene una eficiencia de generación superior al doble que la producción de electricidad.
- Reducción de pérdidas energéticas: La solicitud de patente permite el uso de convertidores DC-DC en el receptor fotovoltaico, reduciendo hasta un 70% las pérdidas eléctricas por desajustes en el perfil de iluminación.

Publicaciones principales

- D. Regany et al., “Enhancing efficiency of dense array CPV receivers with controlled DC-DC converters and adaptive microfluidic cooling under non-uniform solar irradiance,” *Solar Energy Materials and Solar Cells*, vol. 279, Jan. 2025.
- Crespo et al., “Design methodology and performance analysis of a novel cooling system for dense array CPV receivers,” *Solar Energy*, vol. 283, p. 113011, Nov. 2024, doi: 10.1016/j.solener.2024.113011.

Proyectos relacionados

- SOLARX: Dispatchable concentrated Solar-to-X energy solution for high penetration of renewable energy (finançat per la Unió Europea, Programa Marc Horizon Europa).
- HyCPV-T: Hybrid high-Concentration PhotoVoltaic-Thermal solar receiver for high efficiency green hydrogen production (finançat per MCIN/AEI/10.13039/501100011033/ i per la Unió Europea NextGenerationEU/PRTR).

Niveles



Madurez
4



Desarrollo
Prototipo



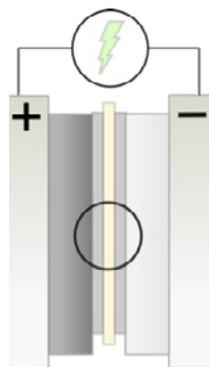
Protección
Patente

Con el apoyo de

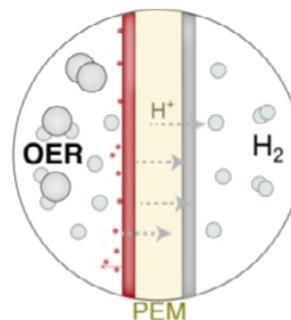


Catalizadores sin metales del grupo del platino para la electrólisis del agua

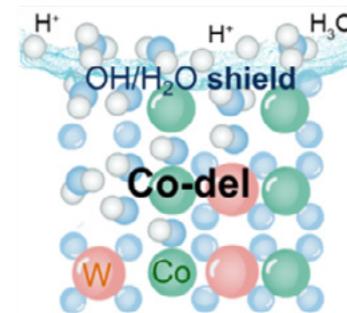
La solución “Co-del” se basa en catalizadores de ánodo sin metales del grupo del platino para la electrólisis del agua con membrana de intercambio protónico (PEMWE), ofreciendo un rendimiento industrialmente relevante y una estabilidad operativa bajo condiciones fuertemente ácidas a alta densidad de corriente ($>1 \text{ A/cm}^2$). Nuestra tecnología patentada proporciona un rendimiento comparable al iridio mediante materiales escalables (al menos 1000 veces más abundantes) y económicamente viables (al menos 7000 veces más económicos).



PEMWE



iridium is the only stable anode for PEMWE



we have developed an active and stable non-iridium catalyst (Co-del)

Problemática que resuelve

- El Ir es escaso y altamente geolocalizado.
- El coste del Ir ha aumentado 10 veces en la última década (actualmente 160 k€/kg).
- Otras mejoras en PEMWE se centran en optimizar la carga de catalizador o en el uso de alternativas todavía escasas (Ru) o de menor rendimiento (manganeso).

Ámbito de aplicación en mercado

PEMWE technology.

Publicaciones principales

- R. Ram... F. Pelayo García de Arquer, Science 384, 1373, 2024 (<https://www.science.org/doi/abs/10.1126/science.adk9849>)



Niveles



Madurez
4



Desarrollo
Laboratorio



Protección
Patente

Con el apoyo de



Producción de hidrógeno a partir de aguas residuales purificadas mediante tratamientos electroquímicos

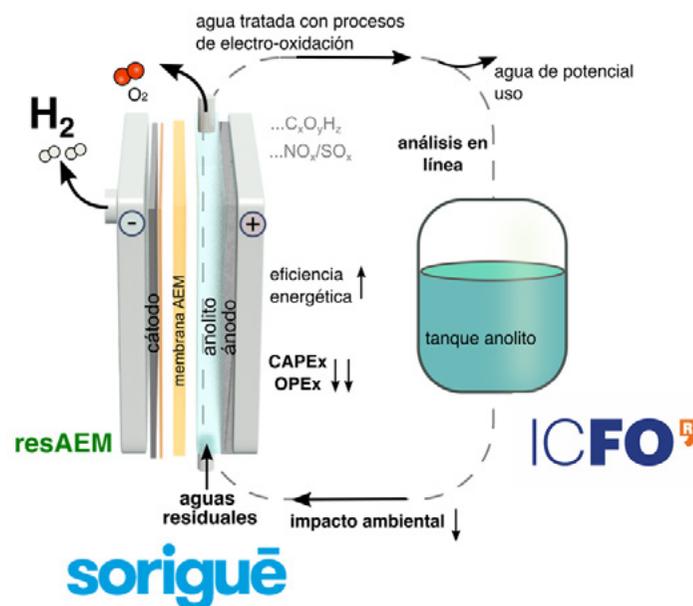
Un electrolizador con membrana de intercambio aniónico (AEM) capaz de operar directamente con corrientes de agua residual prepurificada, aprovechando la oxidación química y electroquímica de los contaminantes en el compartimiento del ánodo.

Problemática que resuelve

- Los sistemas de electrólisis actuales requieren el uso de corrientes de agua altamente purificada.
- Los contaminantes deterioran las membranas del electrolizador y desactivan los catalizadores.
- Los sistemas de purificación añaden complejidad y aumentan los costes en la cabecera del proceso.

Ámbito de aplicación en mercado

Implementación de sistemas de electrólisis en ubicaciones remotas o inaccesibles, o con acceso limitado a fuentes de agua con purezas estándar.



Publicaciones principales

- RES2H2 - Producción de hidrógeno a partir de aguas residuales purificadas mediante tratamientos electroquímicos.

Niveles



Madurez
4



Desarrollo
Prototipo



Protección
Secreto
industrial

Con el apoyo de



Análisis dirigido y no dirigido de sustancias per- y polifluoroalquílicas (PFAS)

El ICRA dispone de capacidad para llevar a cabo tanto análisis dirigidos como no dirigidos de sustancias per- y polifluoroalquílicas (PFAS) mediante la siguiente instrumentación:

- Acquity UPLC MS QTRAP® 5500 System (Waters SCIEX): cuantificación de PFAS en agua hasta concentraciones de ng/L.
- Vanquish UPLC HRMS Orbitrap Exploris 120 (Thermo Fisher Scientific): análisis no dirigido y cribado de sospechosos, identificación de productos de degradación de PFAS.
- Cromatografía iónica (IC) Orbitrap Exploris 120 (Thermo Fisher Scientific): análisis dirigido y no dirigido de PFAS altamente polares y de cadena corta.
- Sistema de cromatografía iónica por combustión (CIC) - AQF-2100H Automatic Quick Furnace (Mitsubishi Chemical Analytech), ensamblado a IC (ICS-2100, Dionex): cuantificación del flúor total orgánico (TOF), flúor total (TF) y determinación global.

Ámbito de aplicación en mercado

Emisiones de PFAS de los electrolizadores

Problemática que resuelve

El análisis de PFAS en agua es esencial para estimar sus emisiones en electrolizadores, así como para establecer métodos de control. La batería de metodologías desarrollada en el ICRA permite no sólo la cuantificación de PFAS conocidos, sino también la identificación de PFAS desconocidos.

Producción

Electrólisis de agua



Publicaciones principales

- F. Ferrari, M. Pijuan, S. Molenaar, N. Duinslaeger, T. Sleutels, P. Kuntke, J. Radjenovic. 2022. Ammonia recovery from anaerobic digester centrate using onsite pilot scale bipolar membrane electro dialysis coupled to membrane stripping. *Water Res* 218,118504.
- N. Duinslaeger, J. Radjenovic. 2022. Electrochemical degradation of per- and polyfluoroalkyl substances (PFAS) using low-cost graphene sponge electrodes. *Water Res* 213: 118148.

Proyectos relacionados

- FOREVER WATER (EIC Transition Grant, 2.5 M €, 2025-2028), GENESIS (HORIZON-JU-Chips, 380 k €, 2025-2028).

Niveles



Madurez
N/A



Desarrollo
Laboratorio



Protección
N/A

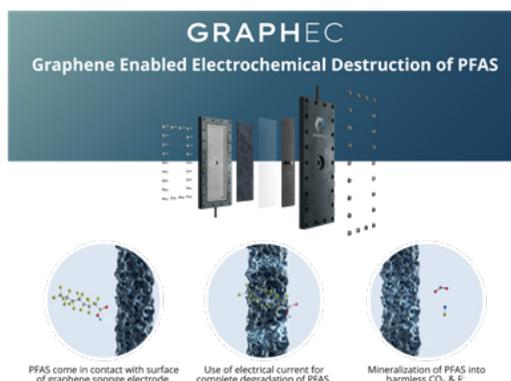
Con el apoyo de

Tratamiento electroquímico del agua con electrodos de grafeno

Los electrodos de esponja de grafeno, desarrollados y patentados dentro del proyecto ERC StG ELECTRON4WATER, permiten la degradación electroquímica de contaminantes orgánicos persistentes (por ejemplo, sustancias per- y polifluoroalquílicas, PFAS) y, al mismo tiempo, son electroquímicamente inertes a los iones. Esto permite su aplicación como material de ánodo en corrientes salobres sin formar especies de cloro tóxicas (por ejemplo, cloro, clorato, perclorato). El material desarrollado puede servir como ánodo para la electrólisis de agua de mar en electrólizadores de hidrógeno. Este trabajo ha sido financiado principalmente por el Consejo Europeo de Investigación (ERC)2 la Proof of Concept Grant GRAPHEC (2023-2024) Actualmente, la tecnología se encuentra en TRL 4 y se llevará a TRL 6 mediante el European Innovation Council (EIC) Transition Grant FOREVER WATER (2025-2028).

Ámbito de aplicación en mercado

Producción electroquímica de H₂, coelectrólisis



Problemática que resuelve

- Los PFAS, conocidos como forever chemicals, no se pueden destruir con las tecnologías avanzadas actuales de tratamiento de aguas.
- Nuestra tecnología permite, por primera vez, la destrucción completa de los PFAS a temperatura y presión ambientales, sin añadir productos químicos y sin generar subproductos clorados tóxicos.
- El electrodo de esponja de grafeno tiene un coste dos órdenes de magnitud inferior a los ánodos comerciales.
- Su geometría tridimensional mejora la eficiencia energética del sistema.



Publicaciones principales

- N. Duinslaeger, A. Doni, J. Radjenovic. 2023. Impact of supporting electrolyte on electrochemical performance of borophene-functionalized graphene sponge anode and degradation of per- and polyfluoroalkyl substances (PFAS). *Water Res* 242, 120232.
- L. Baptista-Pires, G.-F. Norra, J. Radjenovic. 2021. Graphene-based sponges for electrochemical degradation of persistent organic contaminants. *Water Res* 203:117492.

Proyectos relacionados

- ELECTRON4WATER (ERC StG, 2017-2023, 1.5 M €), GRAPHEC (ERC PoC, 150 k €, 2023-2024), ElectroPoly (Producte, Knowledge Industry Programme, 2025-2026, 150 k €), FOREVER WATER (EIC Transition Grant, 2.5 M €, 2025-2028)

Niveles



Madurez
4



Desarrollo
Prototipo



Protección
Patente

Con el apoyo de





Fotoelectrólisis de agua o aguas residuales

La fotoelectrólisis de agua consiste en la conversión de energía solar en hidrógeno. La tecnología se basa en la absorción de energía fotónica por parte de fotocatalizadores, produciendo pares de electrón-agujero que pueden participar en reacciones redox con agua. La producción fotoelectroquímica de hidrógeno se lleva a cabo en medios acuosos líquidos ácidos o alcalinos, con desafíos en el diseño, transporte y corrosión de las celdas. Además, la luz ultravioleta es parcialmente adsorbida por el agua, y la formación de burbujas de H_2 y O_2 en la superficie del electrodo genera sobrepotenciales y dispersión de la luz incidente, lo que reduce la eficiencia general. Por ello, es necesario el desarrollo de tecnologías más eficaces.

Por otra parte, el hidrógeno verde, producido por electrólisis alimentada por energía renovable, dependerá de un suministro estable de agua. La electrólisis de agua requiere teóricamente 9 litros de agua para producir 1 kg de hidrógeno. Sin embargo, estos valores pueden llegar a ser de 18 a 24 litros de agua por cada kilogramo de hidrógeno según la eficiencia del proceso. Por este motivo, el uso de aguas residuales puede ser una alternativa como uso sostenible de este recurso y será clave en el desarrollo de nuevas tecnologías que permitan el uso de esta fuente para la producción de hidrógeno.

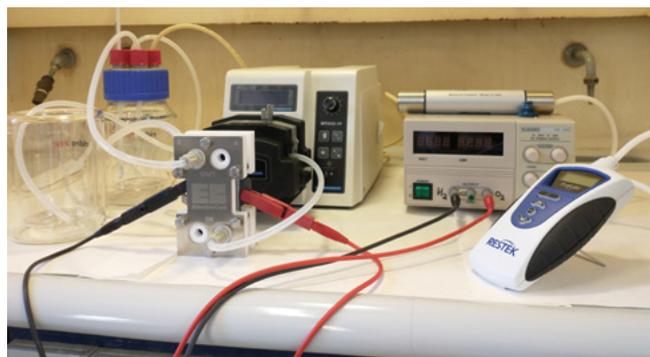
Como se puede observar, cada tecnología está en diferentes etapas de desarrollo y tiene ventajas y retos que hacen necesaria la investigación e innovación para que estas soluciones tecnológicas sean competitivas.

01

Producción de hidrógeno

Generación de hidrógeno a partir de aguas residuales

Tecnología electroquímica para el tratamiento simultáneo de aguas residuales industriales de baja biodegradabilidad y elevada conductividad con producción y recuperación de hidrógeno. El diseño bi-compartimental de la celda electroquímica posibilita el tratamiento oxidativo del efluente industrial al compartimento anódico, mientras que en el compartimento catódico se genera hidrógeno. Actualmente, la tecnología se focaliza en el tratamiento de efluentes de la industria textil, la cual genera aguas residuales de elevada alcalinidad y conductividad que presentan contaminantes orgánicos recalitrados. Los contaminantes orgánicos de estas aguas residuales pueden ser degradados en tratamientos de electrooxidación y fotoelectrooxidación que permiten reutilizar el efluente y que generan hidrógeno como subproducto. Teniendo en cuenta que esta industria también necesita agua caliente para la producción de tejidos, la tecnología propuesta busca optimizar el consumo energético de la empresa impulsando la electrólisis y/o la fotoelectrólisis del agua residual de procesos como el mercerizado, la tintura o la estampación para aprovechar su producción de hidrógeno (que actualmente se tira al exterior) para utilizarla ya sea como combustible, haciendo un “blending” con el gas natural, o almacenando el hidrógeno para posteriores usos. Se trata, pues, de validar la tecnología en términos de eficiencia tanto del tratamiento de contaminantes recalitrados como de la generación y recuperación del hidrógeno, tanto en efluentes de la industria textil como en otros tipos de efluentes industriales que presenten compuestos orgánicos de baja biodegradabilidad y con conductividades significativas.



Problemática que resuelve

Economía circular: hace posible la circularidad de recursos finitos como son el agua y el hidrógeno.

Optimización de costes: disminución de los costes asociados al abastecimiento de agua y a su posterior tratamiento de depuración. Reducción del uso de recursos fósiles como el gas natural utilizado en las calderas, y sus costes asociados a su consumo.

Competitividad del sector textil: disminución de los costes en la producción y optimización del uso de recursos naturales (agua, sales e hidrógeno) y el impacto positivo sobre la sostenibilidad ambiental de estas empresas.

Ámbito de aplicación en mercado

Industrias de diversos sectores que generen efluentes residuales industriales que presenten contaminantes orgánicos de baja biodegradabilidad y conductividad eléctrica elevada.

Descontaminación de acuíferos salobres que presenten contaminación por pesticidas, fármacos o PFAS.

PYMES y grandes empresas dedicadas al diseño y construcción de sistemas electroquímicos, de plantas para el tratamiento de agua, y al almacenamiento de hidrógeno y su aplicabilidad.

Producción

Fotoelectrólisis de agua o aguas residuales



Niveles

Publicaciones principales

- Electrochemical wastewater treatment with simultaneous hydrogen production in textile industry. D. Cuesta-Mota, L. Canals Casals, V. López-Grimau. XXVII Congreso Internacional de Dirección e Ingeniería de Proyectos. San Sebastián, 10-13 juliol 2023. <http://dspace.aeiopro.com/xmlui/handle/123456789/3419>
- La economía circular tras generar hidrógeno verde en el tratamiento electroquímico de efluentes textiles. D. Cuesta-Mota, L. Canals Casla, V. López-Grimau. X Simposio Iberoamericano de Ingeniería de Residuos. Castelló de la Plana, 20-22 juny 2023. <http://hdl.handle.net/10234/204239>

Proyectos relacionados

- WhATTer: Hidrógeno a partir de aguas residuales: circularidad de la energía y el agua en la industria textil (TED2021-129361B-I00 Proyectos estratégicos orientados a la transición ecológica y digital).



Madurez
TRL 4



Desarrollo
Prototipo

Con el apoyo de



Reactores solares para producción de hidrógeno a partir de aguas residuales

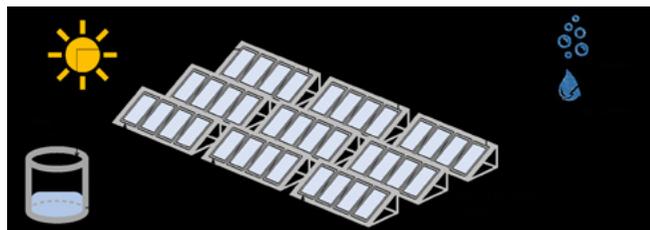
Proyecto HACDOS. Diseño, construcción y validación de paneles-reactores fotocatalíticos solares para la producción de hidrógeno a partir de aguas residuales. Tratamiento de aguas residuales de orígenes muy diversos (doméstico, industrial, agro-ganadero) en curso. Evaluación de la idoneidad de la tecnología para cada tipo de aguas, en curso.

Problemática que resuelve

Valorización energética de aguas residuales.

Producción de hidrógeno verde de bajo coste a partir de residuos.

Tratamiento de aguas residuales problemáticas por toxicidad o persistencia de contaminantes.



Ámbito de aplicación en mercado

En la actualidad estamos investigando para establecer parámetros de validación y viabilidad de la tecnología como método de tratamiento de muy diversos tipos de aguas, en concreto:

- **Urbanas/domésticas:** Influyentes de depuradora, barros de depuradora, restos de centrifugación de fangos.
- **Industriales, aguas generadas en procesos relacionados con producción (alimentos, farmacéutica, papel, biodiesel, Industria petroquímica, polímeros).**
- **Efluentes de explotaciones agro-ganaderas:** Purines de granjas.

Se han obtenido resultados preliminares muy prometedores, incluso con datos de producción de hidrógeno con muchas de las aguas estudiadas hasta ahora.

Producción

Fotoelectrólisis de agua o aguas residuales



UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

Publicaciones principales

- A.V. Puga*, N. Barka, M. Imizcoz. Producción simultánea de H₂ y blanqueo mediante fotodeformado solar de aguas residuales contaminadas con colorantes modelo en metal/titania. ChemCatChem. 13(6), 1513–1529, 2021.
- M. Imizcoz, A.V. Puga*. Evaluación de la producción fotocatalítica de hidrógeno a partir de biomasa o aguas residuales en función del cocatalizador metálico y su método de deposición en catalizadores de TiO₂ 9(7), 584, 2019.

Proyectos relacionados

- Generación solar de hidrógeno a partir de aguas residuales en paneles fotocatalíticos baratos y escalables, HACDOS (CPP2021-008619).

Niveles



Madurez
TRL 5



Desarrollo
Planta piloto



Protección
Patente

Con el apoyo de

Desarrollo de componentes y dispositivos fotoquímicos para integrar la producción de hidrógeno con el tratamiento de aguas residuales

EURECAT lidera la producción y escalado de fotocatalizadores con spray-drying en varias superficies, incluyendo reactores de área iluminada de 0.2 m², garantizando una distribución uniforme y preciso control de la espesura de la capa (2-20 μm). La pericia abarca diseño, modelización fluidodinámica y fabricación de reactores fotoquímicos, desde pequeños Prototipos con impresoras 3D hasta reactores más grandes para validaciones, utilizando diversos metales y técnicas. La versatilidad demuestra una integración excepcional, poniendo a EURECAT al frente del desarrollo e implementación práctica de tecnologías, especialmente en la intersección entre fotocatalisis y tecnología de reactores, con énfasis en la producción de hidrógeno durante el tratamiento de aguas residuales.

Ámbito de aplicación en mercado

Sector industrial relacionado con tratamiento aguas residuales y la producción de hidrógeno.



Problemática que resuelve

Desarrollar dispositivos fotoquímicos para producir hidrógeno durante el tratamiento de aguas residuales requiere:

- Pericia en componentes y escalado de producción.
- Desarrollar reactores fotoquímicos modulares y escalar procesos de Laboratorio a escala precomercial.

Publicaciones principales

- Quimiosistemas, Sostenibilidad, Materia Energética, 13(20),p: 5580-5585, 2020 <https://doi.org/10.1002/cssc.202001717>
- Revista de la Sociedad Americana de Química, 136, p: 9236-92395, 2014 DOI: [10.1021/ja502076b](https://doi.org/10.1021/ja502076b)

Proyectos relacionados

- Proyecto de Colaboración Público-Privado 2021 HACDOS - Generación solar de hidrógeno a partir de aguas residuales en paneles fotocatalíticos económicos y escalables”.
- Proyecto H2020 SUNCOCHEM - Dispositivo fotoelectrocatalítico para la conversión de CO₂ impulsado por el sol en productos químicos verdes.

Niveles



Madurez
TRL 3-6



Desarrollo
Planta piloto



Protección
Patente prevista

Con el apoyo de

Fotocatalizadores activos en el visible por fotorreformato de residuos

Diseño, preparación y caracterización de materiales fotocatalíticos activos bajo luz visible para producción de hidrógeno a partir de aguas residuales. Mediante ensayos bajo luz solar simulada o exclusivamente con la parte visible de la misma, se evalúa la eficiencia prevista de nuevos materiales basados en formulaciones innovadoras, para la producción de hidrógeno y el tratamiento simultáneo de las aguas. En concreto, investigamos en el diseño de fotocatalizadores basados en:

- Dióxido de titanio dopado
- Nitruro de carbono
- Óxidos de cobre
- Óxidos de cerio
- Fosfatos inorgánicos de cobre, hierro, cobalto o níquel
- Perovskitas



Problemática que resuelve

Baja actividad de fotocatalizadores convencionales bajo luz visible.

Ámbito de aplicación en mercado

Tecnologías fotocatalíticas para purificación de aire, descontaminación de aguas o producción de combustibles sintéticos renovables (hidrógeno, metanol, biometano...). Idealmente focalizado en utilizar luz solar como fuente principal de energía de activación en procesos de eliminación de contaminantes, o como fuente de energía primaria renovable.

Producción

Fotoelectrólisis de agua o aguas residuales



UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

Publicaciones principales

- H. Khair, F. Z. Janani, M. h. Sadiq, S. Mansouri, A. Puga and N. Barka. Effect of indium (III) doping on Ag₃PO₄ catalyst stabilization and its visible light photocatalytic activity toward toxic dyes in water. Environmental Science and Pollution Research. 30, 100785-100798, 2023.
- A.V. Puga*, N. Barka, M. Imizcoz. Simultaneous H₂ production and bleaching via solar photoreforming of model dye-polluted wastewaters on metal/titania. ChemCatChem. 13(6), 1513–1529, 2021.

Proyectos relacionados

- Solar photocatalytic hydrogen production by valorisation of wastewaters, SOLVAL (TED2021-129496B-I00). Proyectos Estratégicos Orientados a la Transición Ecológica y a la Transición Digital 2021 (Strategic Projects for Ecologic Transition and Digital Transition 2021).

Niveles



Madurez
TRL 2



Desarrollo
Prototipo

Con el apoyo de

Estudios espectroscopios de las reacciones foto y electrocatalíticas

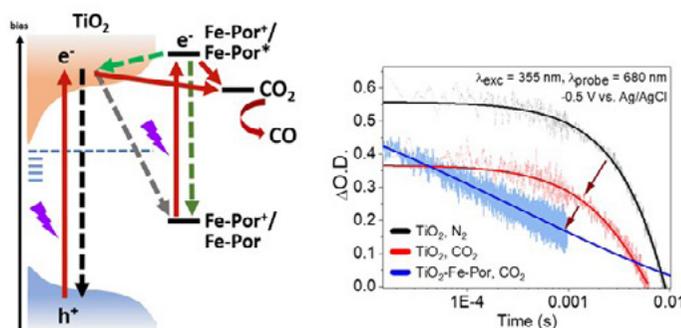
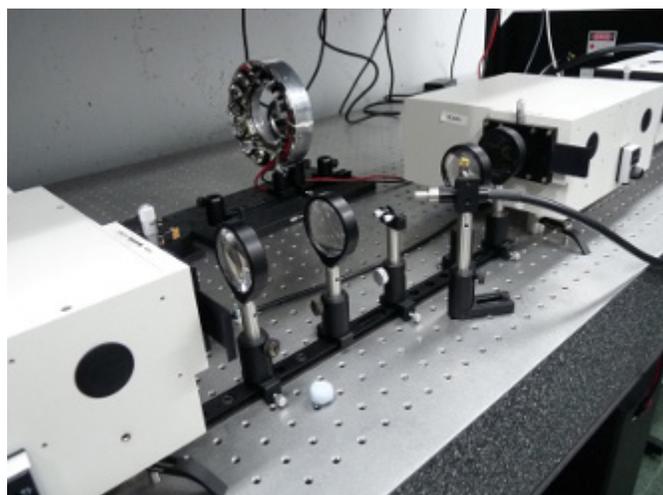
Análisis por espectroscopia resuelta en el tiempo de los procesos de transferencia de carga que ocurren durante la foto o electrocatalisis. Las observaciones mediante espectroscopia de absorción resuelta en el tiempo en la escala de nanosegundos hasta segundos, permite identificar las causas de la pérdida de eficiencia de los sistemas catalíticos. El equipamiento disponible permite realizar tamaños en condiciones de operación.

Problemática que resuelve

Sistemas catalíticos poco eficientes.

Ámbito de aplicación en mercado

Industria química – identificación de los procesos que restan eficiencia a los sistemas foto y electrocatalíticos.



Producción

Fotoelectrólisis de agua o aguas residuales



Niveles



Desarrollo
Servicio

Publicaciones principales

- ACS Applied Materials & Interfaces 2023, 15 (11), 14304-14315
- Revista de porfirinas y ftalocianinas 2023, 27 (01n04), 23-46

Proyectos relacionados

- NEFERTITI, Innovative photocatalysts integrated in flow photoreactor systems for direct CO₂ and H₂O conversion into solar fuels.

Con el apoyo de

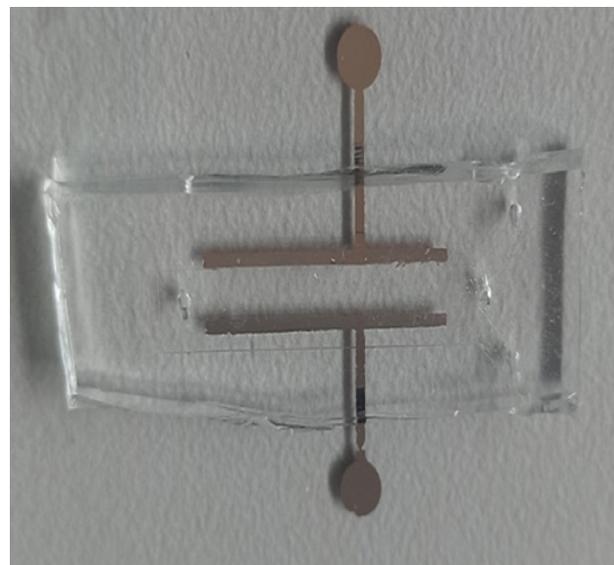
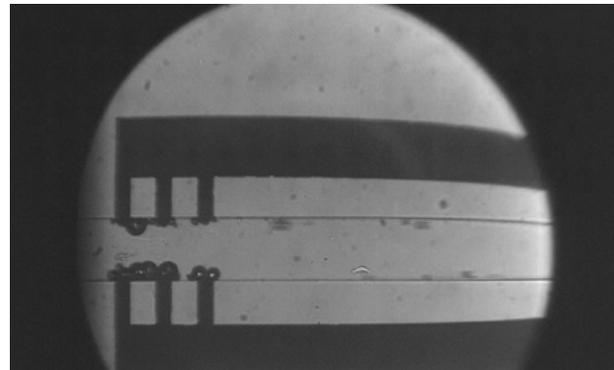


Integración de reactores microfluídicos y fotoelectrocatalisis para la generación eficiente de hidrógeno: fabricación, estudios, optimización y aplicaciones



UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

Esta investigación tiene como objetivo explorar la integración sinérgica de sistemas microfluídicos y procesos fotoelectrocatalíticos para mejorar la eficiencia de la producción de hidrógeno en sistemas de energía renovable. La microfluídica ofrece un control preciso sobre la dinámica de fluidos a microescala, lo que brinda oportunidades para optimizar las condiciones de reacción y mejorar el transporte de masa. La fotoelectrocatalisis, por otro lado, utiliza procesos catalíticos inducidos por la luz para impulsar la evolución del hidrógeno. La investigación se centrará en comprender la interacción entre los parámetros microfluídicos, como los caudales y las geometrías de los canales, y la eficiencia fotoelectrocatalítica en la producción de hidrógeno. El resultado de nuestros estudios está destinado a ayudar a mejorar las tecnologías de energía verde mediante la creación de formas más avanzadas y duraderas de producir hidrógeno.



Problemática que resuelve

Diseño y optimización de un microelectrolizador con geometrías que separen el O_2 y el H_2 de forma eficiente sin la incorporación de membranas.

Optimización de la eficiencia y sostenibilidad del H_2 mediante la incorporación de fotoelectrocatalizador.

Evita la desactivación catalítica en entornos electrolíticos abrasivos.

Ámbito de aplicación en mercado

Implemente la tecnología en regiones donde el agua de mar y la luz solar son abundantes.

Utilizar los efluentes de las industrias como recurso para la generación de H_2 .

Con el apoyo de

Fotocatalizadores impresos en 3D para generar hidrógeno con luz solar

Desarrollo de fotocatalizadores duales heteroestructurados para la generación de combustibles solares en fase líquida y gaseosa, bajo irradiación visible. Además, se está trabajando en la fabricación de materiales soportados con estructuras porosas, utilizando tecnologías de vanguardia, como la impresión 3D. La incorporación de los fotocatalizadores sobre soportes 3D es un paso importante hacia la escalabilidad y aplicación de estos materiales que, dado que su activación se debe a la irradiación solar, también suponen un paso adelante hacia la transición energética.

Problemática que resuelve

Esta tecnología permite avanzar el campo de la fotocatalisis con el desarrollo de materiales eficientes que permitan la conversión directa de agua o biomasa en hidrógeno, utilizando energía solar. Se favorecerán las tecnologías respetuosas con el medio ambiente que no requieran fuentes de energía adicionales. Teniendo, por tanto, un impacto positivo tanto en la reducción de gases de efecto invernadero, como a nivel económico.

Con el apoyo de

Ámbito de aplicación en mercado

El presente proyecto surge de la necesidad de encontrar soluciones a dos problemáticas actuales: la contaminación por microplásticos y la crisis energética. En concreto, el dispositivo fotocatalítico descrito se aplica en ámbitos como la remediación de aguas contaminadas o la producción de hidrógeno verde. La omnipresencia de los microplásticos en el agua supone una problemática para el consumo humano e industrial. Las plantas de tratamiento de aguas residuales (EDAR) requieren sistemas de captación y degradación de microplásticos más eficientes que los convencionales. Por eso, la propuesta presentada tiene una clara salida en este campo, ya que gracias a la flexibilidad que aporta la impresión 3D se podría implementar en maquinaria de diferente estructura y tamaño. Además, su utilización tampoco requiere de una fuente de energía adicional. La transición hacia fuentes de energía verdes y renovables comienza a ser una necesidad por gran parte de la industria, desde el transporte a los sistemas de producción. El uso de hidrógeno como combustible es ya una realidad, pero la producción de hidrógeno verde a gran escala no. En este sentido, los dispositivos fotocatalíticos son potenciales candidatos para sustituir los métodos utilizados actualmente para producir elevadas cantidades de hidrógeno y que se sustentan en combustibles fósiles, como el reformado de metano con vapor o la gasificación. En definitiva, la energía y el agua son recursos indispensables en la mayoría de mercados actuales y, por eso, el presente proyecto tiene cabida en un amplio abanico de sectores; el industrial, la construcción, el transporte y el agroalimentario son algunos ejemplos.

Producción

Fotoelectrólisis de agua o aguas residuales



Niveles



Madurez
TRL 1-4



Desarrollo
Laboratorio

Publicaciones principales

X. Yuan, N. Sunyer-Pons, A. Terrado, J. L. León, G. Hadziioannou, E. Cloutet, K. Villa*. 3D-Printed Organic Conjugated Trimer for Visible-Light-Driven Photocatalytic Applications. ChemSusChem 2023, e202202228. DOI: 10.1002/cssc.202202228.

Proyectos relacionados

Tesis de máster BIST MMRES sobre la generación de hidrógeno a partir de microplásticos con fotocatalizadores impresos en 3D. Neus Munar.

Sistemas fotoelectroquímicos (PEC) para la producción de H₂ a partir de agua

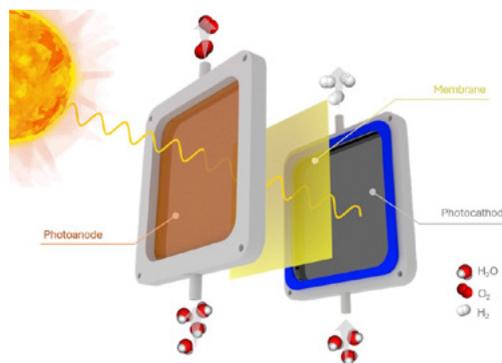


Niveles

La fotosíntesis artificial es una tecnología prometedora no sólo para captar la energía solar, sino también como medio de almacenamiento mediante la producción de combustibles altamente energéticos como H₂ a partir de agua o hidrocarburos a partir de CO₂. Dentro de las diferentes opciones de electrólisis de agua empleando energía solar (PV-E, PV-PEC y PEC), la tecnología PEC con sistemas únicos integrados capaces de absorber la luz solar y producir H₂ y O₂ se considera una tecnología potencial que permitirá llevar a cabo la transición energética cumpliendo con los objetivos de descarbonización para 2030 del Green Deal.

LEITAT desarrolla una nueva generación de fotoelectrolizadores modulares en estado casi sólido que operan en condiciones de flujo continuo y concentración solar, capaces de producir hidrógeno verde sin la necesidad de aplicación externa de energía eléctrica. Además, LEITAT está llevando a cabo estudios para la sustitución de la reacción de oxidación del agua en O₂ por otras reacciones de mayor interés en las que los productos generados tengan alto valor añadido.

Con el apoyo de



Problemática que resuelve

- Valorización energética de residuos (biomasa, plásticos, aguas residuales,...)
- Producción de hidrógeno verde de bajo coste.
- Producción de químicos de alto valor añadido.
- Utilización de fotoelectrodos y cocatalizadores basados en materiales abundantes en la corteza terrestre, reduciendo/eliminando el uso de materiales basados en critical raw materials.
- Desarrollo de reactores fotoelectroquímicos modulares, facilitando el escalado de la tecnología.

Ámbito de aplicación en mercado

- Sector industrial de producción y consumo de hidrógeno.
- Sector químico.

Publicaciones principales

- Toward tandem solar cells for water splitting using polymer electrolytes. A.Cots et al. ACS Appl. Mater. Interfaces 2018, 10, 30, 25393-25400. <https://doi.org/10.1021/acsami.8b06826>
- Improving the stability and efficiency of CuO photocathodes for solar hydrogen production through modification with iron. A. Cots et al. ACS Appl. Mater. Interfaces 2018, 10, 31, 26348-26356. <https://doi.org/10.1021/acsami.8b09892>

Proyectos relacionados

- H2ENRY (Nacional. Red Cervera 2023). Programa estratégico de investigación y transferencia para el impulso del hidrógeno renovable como vector energético para la transición energética. LEITAT du a terme la producció d'hidrogen renovable mitjançant ruta fotoelectroquímica a partir d'energia solar i aigua.
- ALGAESOL (EU Project No. 101147112). Sustainable aviation and shipping fuels from microalgae and direct solar bioelectrochemical technologies. LEITAT desenvolupa fotoànodes basats en materials abundants en l'escorça terrestre per a la seva implementació en reactors híbrids en presència de microalgues/biocàtodes/càtodes.



Madurez
TRL 2-5



Protección
Laboratorio,
Prototipo



Protección
Secreto
Industrial

Síntesis láser de fotocatalizadores nanoestructurados para la generación de hidrogeno

Mediante la utilización de sistemas láser industriales, se sintetizan materiales nanoestructurados de forma rápida, económica y versátil. Los intensos pulsos láser generan reacciones químicas no convencionales que permiten obtener nuevos materiales. Esta técnica se utiliza para fabricar fotocatalizadores híbridos formados por abundantes elementos químicos como el carbono, con la idea de ser utilizados en la generación de hidrógeno a partir de agua y luz solar. El objetivo es desarrollar fotocatalizadores eficientes y económicos que puedan integrarse en reactores basados en energía solar de concentración.

Problemática que resuelve

Generación de hidrógeno utilizando agua y radiación solar mediante fotocatalizadores compuestos por materiales abundantes y de bajo coste. Síntesis innovadora de nanocompuestos funcionales.

Con el apoyo de



Producción

Fotoelectrólisis de agua o aguas residuales

ICMAB EXCELENCIA SEVERO OCHOA
INSTITUT DE CIÈNCIA DE MATERIALS DE BARCELONA

Niveles

Ámbito de aplicación en mercado

- Industria energética y termosolar – Generación sostenible de hidrógeno como vector de energía y reactivo químico.
- Industria química - Métodos avanzados de síntesis de materiales funcionales nanoestructurados.



Madurez
TRL 3



Desarrollo
Prototipo

Publicaciones principales

- “Synthesis of graphene-based photocatalysts for water splitting by laser-induced doping with ionic liquids”, Carbon 130 (2018) 48-58

Proyectos relacionados

- LASPHY, Síntesis asistida por láser de fotocatalizadores multicomponentes para la producción solar de hidrógeno.

Sistemas bioelectroquímicos para la producción de H2 a partir de aguas residuales

Los sistemas bioelectroquímicos (BES) son una tecnología innovadora fruto de la sinergia entre la electroquímica y la biotecnológica. Los sistemas BES integran electrodos (ánodo y cátodo) dentro de reactores biológicos. En lugar de utilizar catalizadores de base inorgánica en los dos electrodos; los BES existen microorganismos que actúan como catalizadores biológicos para llevar a cabo diferentes reacciones de oxidación en el ánodo y/o de reducción en el cátodo. Se pueden utilizar los reactores BES por diferentes aplicaciones, entre ellas para producir H₂. En esta aplicación, en el ánodo se oxida materia orgánica contenida en aguas residuales en lugar de la electrólisis del agua y en el cátodo se produce la reacción de evolución de H₂. Los BES también pueden utilizarse para la conversión de CO₂ a CH₄ (utilizando H₂ como intermediario) y se pueden integrar con el proceso de fermentación oscura para incrementar su rendimiento.

Capacidades:

- Sistemas de laboratorio para realizar test de materiales (electrodos y membranas) y test de diferentes residuos
- Pilotos de laboratorio para optimización de parámetros de operación (0.5 - 5 L)
- Pilotos instalados en ambientes reales (200 - 1000 L).



Problemática que resuelve

- Valorización de residuos (aguas residuales, fangos de depuradora, etc.) mediante la generación de H₂.
- Incremento de la eficiencia energética de producción de H₂. Voltaje operativo de celda se sitúa entre 0.75-1.3 V, lo que significa una eficiencia de 20-35 kWh/kgH₂.
- Se utilizan aguas residuales como anolito y los microorganismos actúan como catalizador evitando el uso de agua pura y uso de critical raw materials.

Ámbito de aplicación en mercado

- Tratamiento y valorización de residuos húmedos (aguas residuales, fangos de depuradora, residuos/aguas residuales agro-industriales, etc.)
- Almacenamiento / gestión de excedentes de energía renovables (concepto Power-2-Gas) EDARs, Explotaciones ganaderas, Explotaciones agrícolas, Industrias agroalimentarias.

Publicaciones principales

- Bosch-Jimenez, P., et. al. Non-precious metal doped carbon nanofiber air-cathode for Microbial Fuel Cells application: oxygen reduction reaction characterization and long-term validation. *Electrochimica Acta*, 2017, 228, 380-388.
- Ceballos-Escalera, Alba, et al. "Bioelectrochemical systems for energy storage: A scaled-up power-to-gas approach." *Applied Energy* 260 (2020): 114138.

Proyectos relacionados

- VIVALDI (EU project 10100044) <https://www.vivaldi-h2020.eu/> Reactor BES para recuperar N-NH₄⁺ de las aguas residuales en forma de fertilizante líquido (salto de N-NH₄⁺). En el cátodo del reactor BES se produce H₂. Desarrollo de catalizadores y cátodos para HER. Desarrollo de membranas poliméricas de intercambio catiónico con alta selectividad hacia el catión NH₄⁺.
- REGENERA (Esp-Misiones) Desarrollo de un reactor BES para la conversión de CO₂ a CH₄ con HER en el cátodo. Y, desarrollo de otro reactor BES para la producción de H₂ eficiente energéticamente mediante el tratamiento de aguas residuales

Niveles



Madurez
TRL 3-6



Protección
Planta piloto



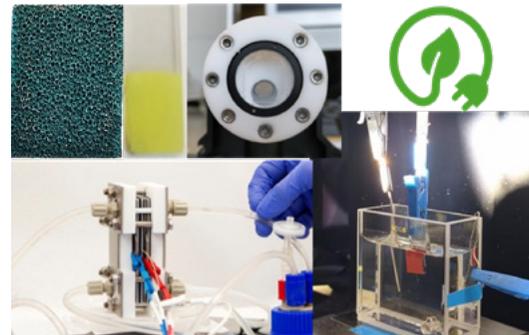
Protección
Secreto industrial

Con el apoyo de

Deshidrogenación (foto)electroquímica de alcoholes



La oxidación de alcoholes de origen biogénico es una alternativa sostenible para reducir el coste de producción de hidrógeno. En particular, el glicerol es un subproducto de la industria del biodiésel. Mediante esta tecnología de deshidrogenación foto(electroquímica) se puede convertir el glicerol a productos de alto valor añadido (ácido láctico, dihidroxiacetona -DHA- o ácido fórmico) al tiempo que producir H_2 con un menor consumo energético respecto a la electrólisis de agua convencional. Esta tecnología es versátil y puede abastecer directamente al hidrógeno para su uso directo en diversas reacciones catódicas como la reducción de CO_2 o la producción de NH_3 . Se dispone de un catálogo de electrocatalizadores y fotocatalizadores de desarrollo propio en función de los requisitos del electrolizador, validados en dispositivos de operación en continuo.



Problemática que resuelve

- Valorización de subproductos industriales y residuos.
- Reducción del coste energético de producción de hidrógeno.

Ámbito de aplicación en mercado

- Ingenierías que diseñen procesos de valorización de efluentes industriales.
- Fabricantes de electrolizadores.
- Industria interesada en valorización de efluentes y/o reducción de costes energéticos de la producción de hidrógeno.

Publicaciones principales

- T. Andreu, M. Mallafré, M. Molera, M. Sarret, R. Oriol, I. Sirés. Effect of Thermal Treatment on Nickel-Cobalt Electrocatalysts for Glycerol Oxidation. *ChemElectroChem* 9 (9), e202200100. <https://doi.org/10.1002/celec.202200100>
- M. Molera, T. Andreu. Glycerol Valorization on $BiVO_4$ and TiO_2 photoanodes. *Proceedings of Materials for Sustainable Development Conference (MAT-SUS) (NFM22)*. <https://doi.org/10.29363/nanoge.nfm.2022.046>

Proyectos relacionados

- CCU+OX. Proceso solar fotoelectroquímico para la co-valorización del CO_2 y subproductos de origen biológico (PID2019-108136RB-C33).
- CO_2GLY : Fotoelectrodos híbridos para la co-valorización del CO_2 y glicerol (PID2022-138491OB-C33).

Niveles



Madurez
TRL 3



Protección
Laboratorio
/ Prototipo

Con el apoyo de

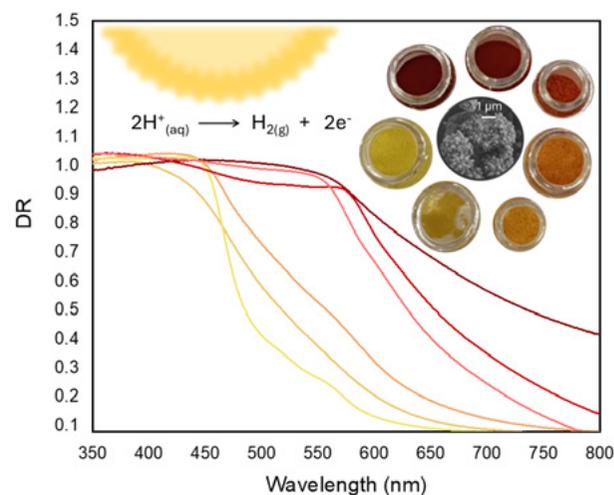


Materiales orgánicos porosos con propiedades electrónicas adaptables a la generación de hidrógeno verde mediante electro y/o fotocatalisis

Los materiales desarrollados se han diseñado para una óptima transformación de la energía solar y el agua a hidrógeno, maximizando el rango de luz absorbida y acelerando los procesos de transferencia de carga y las reacciones químicas implicadas. Los materiales están constituidos mayoritariamente por elementos abundantes y se caracterizan por una alta porosidad que proporciona una superficie activa del catalizador elevada, maximizando la eficiencia del proceso.

Problemática que resuelve

- Eficiencia en la producción fotocatalítica de hidrógeno a partir del agua.
- Reducción de los materiales críticos/poco abundantes en reactores fotocatalíticos de generación de hidrógeno y/o electrolizadores de agua.



Producción

Fotoelectrólisis de agua o aguas residuales

UAB
Universitat Autònoma de Barcelona

Niveles



Madurez
TRL 1-3

Proyectos relacionados

- MOLMATOSOL-PID2021-128496OB-I00
- SOLARCOMB-2023CLIMA00036



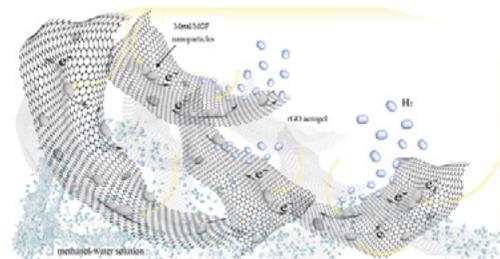
Desarrollo
Laboratorio

Con el apoyo de

Preparación eco-eficiente de fotocatalizadores porosos



Estamos especializados en el desarrollo de materiales avanzados para aplicaciones en energía y medio ambiente, con especial atención a procesos sostenibles. Utilizamos una tecnología verde basada en CO₂ supercrítico para la preparación de materiales porosos basados en aerogeles de óxido de grafeno, nanopartículas de óxidos metálicos y MOFs, lo que nos permite obtener estructuras altamente abiertas, accesibles y libres de disolventes orgánicos. Estos materiales se han utilizado como (foto)catalizadores en la producción de H₂ por water-splitting y metanol (a partir de hidrogenación de CO₂), contribuyendo al desarrollo de tecnologías limpias para la conversión y almacenamiento de energía.



Ámbito de aplicación en mercado

Los fotocatalizadores pueden integrarse en sistemas para la producción de hidrógeno a partir de agua utilizando luz solar. El desarrollo de estos materiales utilizando la tecnología de CO₂ tiene un gran potencial en varios ámbitos de aplicación dentro de sectores estratégicos vinculados a la transición energética y la sostenibilidad. Los procesos basados en catálisis verde (como los que emplean estos materiales) son cada vez más demandados para reducir el impacto ambiental en su síntesis, especialmente por la utilización de disolventes que son ni tóxicos ni explosivos.



Publicaciones principales

- M. Kubovics, C. G. Silva, A. M. López-Periago, J. L. Faria, C. Domingo, “Photocatalytic hydrogen production using porous 3D graphene-based aerogels supporting Pt/TiO₂ nanoparticles”, Gels, 2022, 8, 719.
- M. Kubovics; A. Borrás; A.A. Markeb; G. Marbán; J. Moral-Vico; A. Sánchez; A. M. López-Periago; C. Diuenge. “Green Supercritical CO₂ Synthesis of [Copper Clusters@FeBTC]@rGO Catalyst per a Highly Efficient Hydrogenation of CO₂ to Methanol”; ACS Sustainable Chemistry & Engineering 2024-07-02;
- DOI: 10.1021/acssuschemeng.4c03656

Proyectos relacionados

- MICIU. Matrans42- SO project 2024-2028. Sustainable catalysts for green fuels production (IP: A. Ponrouch. SubIP challenge: Lopez-Periago).

Problemática que resuelve

- Minimizamos el uso de disolventes orgánicos tóxicos y métodos de síntesis contaminantes, mediante la aplicación de CO₂ supercrítico como medio verde.
- Diseño de materiales porosos con elevada eficiencia catalítica, favoreciendo una mejor captura de luz, transporte de masa y accesibilidad a los sitios activos, y minimizando la cantidad de masa empleada.

Con el apoyo de



Niveles



Madurez
TRL 1-2



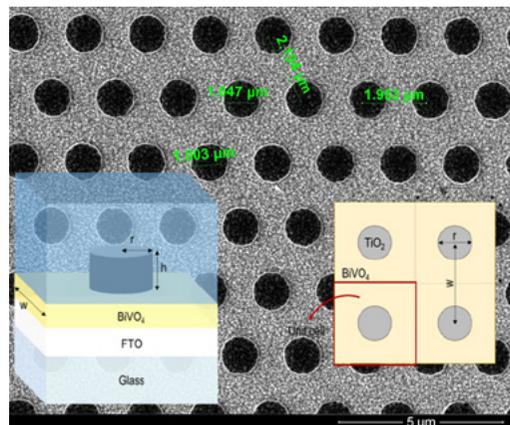
Desarrollo
Laboratorio

Estructuras fotónicas en células fotoelectroquímicas (PECs) para una absorción óptima de la luz solar



Niveles

Estructuras fotónicas de 1, 2 o 3 dimensiones que forman cavidades ópticas y/o dispersan la luz, propiciando la absorción óptima de la luz solar en dispositivos PEC generadores de hidrógeno, balanceando los valores de voltaje y densidad de corriente. La incorporación de nano-estructuras fotónicas 3D (e.g. cilindros de TiO₂ sobre un fotoánodo de BiVO₄) y/o 1D (e.g. capas delgadas intercaladas de materiales con distinto índice de refracción) en PECs de H₂ pueden incrementar las corrientes de cortocircuito hasta un 350%, mejor de la tecnología PEC.



Ámbito de aplicación en mercado

- Células fotoelectroquímicas generadoras de hidrógeno.
- Células de capa fina (perovskitas, orgánicas)

Problemática que resuelve

- El rendimiento de las PEC de H₂ suele estar limitado por imbalances ópticos y eléctricos entre los distintos elementos que las componen (foto-ánodo, celdas foto-voltaicas, etc).
- Asimismo, gran parte del espectro solar no es utilizado, derivando en eficiencias de conversión bajas.
- Esto deriva en parámetros de operación muy por debajo de valores industrialmente relevantes.

Publicaciones principales

- Bias-free solar-to-hydrogen conversion in a BiVO₄/PM6:Y6 compact tandem with optically balanced light absorption. C. G. Ferreira, C. Sansierra, F. Bernal-Texca, M. Zhang, C. Ros, J. Martorell. Energy Environ. Mater. 7, e12679 (2023)
- Understanding the internal conversion efficiency of BiVO₄/SnO₂ photoanodes for solar water splitting: an experimental and computational analysis. L. Geronimo, C. G. Ferreira, V. Gacha, D. Raptis, J. Martorell, C. Ros. ACS Appl. Energy Mater. 7, 1792-1801 (2024)

Proyectos relacionados

- SOREC2 - Solar Energy to power CO₂ reduction towards C₂ chemicals for energy storage
- LICROX (finalitzat) - Light assisted solar fuel production by artificial CO₂ reduction and water oxidation



Madurez
TRL 2-5



Desarrollo
Laboratorio



Protección
Patente

Con el apoyo de





Gasificación/pirolisis de residuos agrícolas, urbanos o industriales

Los procesos termoquímicos son algunos de los métodos más efectivos para producir gases ricos en hidrógeno a partir de biomasa. Estas tecnologías implican principalmente, gasificación y pirólisis. La conversión termoquímica de la biomasa seca es similar a la de combustibles fósiles produciendo CO y CH₄, que pueden procesarse para aumentar la producción de hidrógeno a través de las reacciones de reformado con vapor y water-gas shift.

La pirólisis se considera el punto de partida de todas las tecnologías de conversión termoquímica porque involucra a todas las reacciones químicas para formar sólidos, líquidos y gases como principales productos con concentración cero de oxígeno. La pirólisis de biomasa produce bio-carbón, bio-aceite, además de hidrógeno, metano, óxidos de carbono y otros hidrocarburos gaseosos. Los rendimientos en hidrógeno dependen de las condiciones operativas.

La pirólisis se ha estudiado ampliamente en los últimos años también para la producción de combustible líquido al ofrecer ventajas en el transporte y almacenamiento y tiene costes de inversión relativamente baja y elevada eficiencia energética en comparación con otros procesos. Es por ello, que este proceso se posiciona como una alternativa adicional en la producción de hidrógeno.

01

Producción de hidrógeno

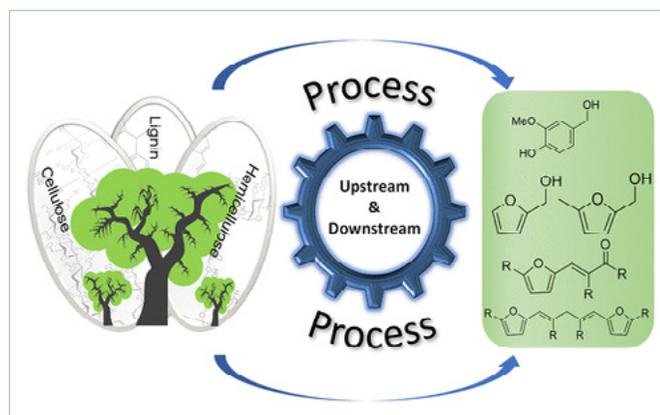
Producción de H₂ a partir de residuos urbanos y forestales



UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

Desarrollo de tecnologías que permitan el aprovechamiento de residuos de difícil gestión como residuos urbanos, agrícolas y forestales en forma de hidrógeno renovable.

En concreto, la extranet trabaja en el concepto de bio-refinería como una alternativa prometedora para la producción de biocombustibles y otras moléculas de alto valor añadido a partir del procesado catalítico de residuos de biomasa y orgánicos. Diferentes tecnologías se han desarrollado y se están investigando para el procesamiento de residuos forestales y residuos orgánicos para transformarlos en biocombustibles. Entre ellas cabe destacar los procesos catalíticos empleando nuevos diseños de reactores de microondas, que permiten despolimerizar la biomasa en moléculas de alto valor añadido como la glucosa y la xilosa, el ácido levulínico, furfural, hidroximetil furfural, ácidos carboxílicos, etc., que pueden ser nuevas moléculas plataformas para una química verde, y el reformado catalítico para la producción de H₂ verde a partir de biometano y agua.



Problemática que resuelve

Escalar tecnologías para producir H₂ renovable como alternativa al H₂ procedente de gas natural mediante la revalorización de:

- Residuos agrícolas y de poda.
- Fracción orgánica municipal.

Ámbito de aplicación en mercado

Plantas de reciclaje y compostaje.
Plantas incineradores.
Vertederos controlados.

Publicaciones principales

- Sangib, E.B.; Meshesha, B.T., Medina F.; et al. 2022. Optimization of cellulose hydrolysis in the presence of biomass-derived sulfonated catalyst in microwave reactor using response surface methodology. *BIOMASS CONVERSION AND BIREFINERY* 12:1167-1179. <https://doi.org/10.1007/s13399-020-00720-2>.
- Ahorsu R., Constantí M., Medina F. 2021. Recent impacts of heterogeneous catalysis in biorefineries. *Ind & Eng Chem Research* 60: 18612-18626. <https://doi.org/10.1021/acs.iecr.1c02789>

Proyectos relacionados

- VAL2H2: Investigación de nuevas tecnologías para la generación, almacenamiento y uso de H₂ renovable mediante la VALorización de biorresiduos.

Niveles



Madurez
TRL 3-4



Desarrollo
Prototipo



Protección
En estudio

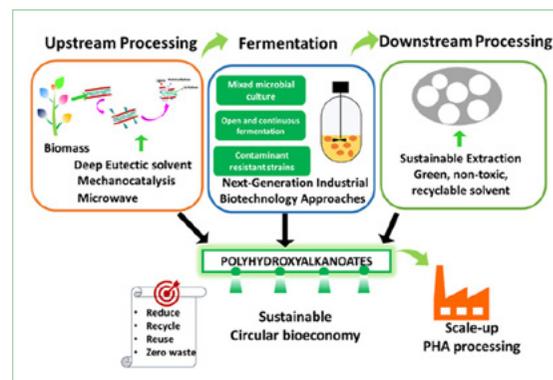
Con el apoyo de

Transformación de residuos urbanos y forestales en bioplásticos

El H₂ verde producido a partir de fuentes renovables, como la biomasa residual, es una alternativa sostenible a los combustibles fósiles. Además de su obtención clásica (reformado de metano con vapor, de los gases residuales de refinería o plantas químicas, de la gasificación del carbón y de la electrólisis del agua), la biorrefinería permite la conversión de este residuo lignocelulósico a bioplásticos y H₂ mediante una combinación de procesos catalíticos, fotocatalíticos y biológicos.

Además, la valorización de biomasa en diversos productos químicos plataforma, alternativos a sus homólogos derivados de fuentes petroquímicas es posible mediante estos procesos innovadores que aportan una reducción en tiempo y temperatura favoreciendo su aplicación industrial y constituyendo una alternativa a la hidrólisis enzimática mucho más larga y cara económicamente.

Todos estos bioplásticos pueden ser destinados a sustituir piezas de plástico u otros materiales desechables y envoltorios.



Problemática que resuelve

Revalorizar la biomasa residual (marro del café, cáscara de nueces, cáscara de arroz, residuos forestales, etc...) como alternativa a las fuentes petroquímicas por la síntesis de bioplásticos por materiales desechables y envoltorios.

Producción de bioplásticos biodegradables que reducirá el impacto ambiental al ser eliminados y la contaminación por plásticos.

Ámbito de aplicación en mercado

Plantas de reciclaje y compostaje.

Vertederos controlados.

Residuos agrícolas y forestales.

Industria de obtención de bioplásticos.



UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

Publicaciones principales

- Andhalkar, V.V.; Foong, S.Y.; Kee, S.H.; Lam, S.S.; Chan, Y.H.; Djellabi, R.; Bhubalan, K.; Medina, F.; Constanti, M. 2023. Integrated Biorefinery Design with Techno-Economic and Life Cycle Assessment Tools in Polyhydroxyalkanoates Processing. Macromolecular materials and Engineering. DOI: <https://doi.org/10.1002/mame.202300100>
- Andhalkar, V.V.; Ahorsu, R.; de María, P.D.; Winterburn, J.; Medina, F.; Constantí, M. 2022. Valorization of Lignocellulose by Producing Polyhydroxyalkanoates under Circular Bioeconomy Premises: Facts and Challenges. Valorization of Lignocellulose by Producing Polyhydroxyalkanoates under Circular Bioeconomy Premises: Facts and Challenges. DOI: <https://doi.org/10.1021/acssuschemeng.2c04925>

Proyectos relacionados

- H₂_BIOCAPABLE: H₂ production from biomass by combination of catalytic, photocatalytic & biological processes.
- Transformación catalítica y biológica del marro de café en bioplásticos.

Niveles



Madurez
TRL 3-4



Desarrollo
Prototipo



Protección
En estudio

Con el apoyo de



Transformación de residuos plásticos en H₂ y combustibles



UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

El plástico inunda nuestra vida diaria. En tan solo unas décadas ha pasado a ser omnipresente en todo tipo de objetos y materiales por las características y el bajo precio. Y es además un claro reflejo de la cultura de usar y tirar, ya que gran parte del plástico se utiliza para fabricar una gran variedad de envases que tienen una vida útil muy corta. La finalidad va enfocada a dar a los residuos plásticos una alternativa al vertedero y con valor añadido como el hidrógeno y combustibles.

La tecnología de despolimerización catalítica propone la conversión de residuos plásticos en H₂ y combustibles (gasolina, queroseno y diésel) a un entorno real. Este proceso puede ser aplicado a diversos tipos de residuos, como plástico, goma, cartón, residuos procedentes de refinerías (quitranes y parafinas), aceites usados, residuos orgánicos, aguas residuales, residuos agrícolas o animales, etc., obteniendo un rendimiento óptimo con los plásticos.



Proyectos relacionados

- DESPOLIPLAST:
Despolimerización catalítica de residuos plásticos para su transformación a combustibles e hidrógeno.

Problemática que resuelve

Revalorización de residuos plásticos para transformarlos en H₂ y combustible diésel.

Uso de la despolimerización catalítica en residuos plásticos trabajando en condiciones suaves (temperaturas entre 380-400°C, y presión atmosférica).

Ámbito de aplicación en mercado

Plantas de reciclaje y compostaje.

Plantas incineradoras.

Vertederos controlados.

Gestores de residuos.

Niveles



Madurez
TRL 6-7



Desarrollo
Escalado de
Prototipo



Protección
Patente

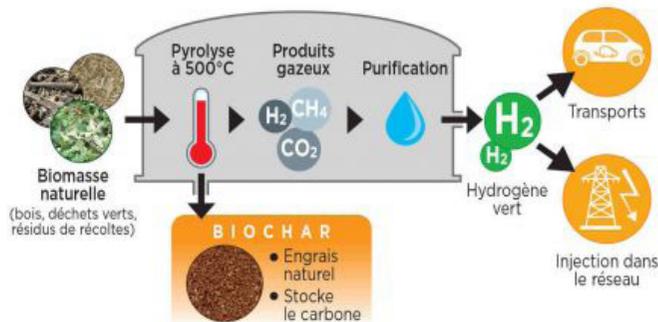
Con el apoyo de

Transformación de biomasa a biochar y H₂

Actualmente, en el proceso de producción de acero en hornos eléctricos de arco (EAF) se requiere una gran cantidad de carbono fósil en forma de antracita. La utilización de carbón derivado de biomasa como sustituto del carbón fósil podría tener un impacto relevante en las emisiones globales de CO₂. No obstante, las diferentes propiedades físico-químicas del carbón vegetal de la biomasa conducen a diferencias significativas en el comportamiento del proceso en la producción del acero EAF.

Esta tecnología innovadora desarrolla el proceso de obtención del biochar mediante la transformación de los residuos de madera en un nuevo producto (biochar) con características físico-químicas similares a la antracita y mejorando la huella de carbono al reducir el CO₂ que se produce en el proceso de combustión de la antracita.

En el mismo proceso de producción del biochar también se obtiene una fracción de H₂ que se puede reutilizar y valorar, conjuntamente con el biochar.



Problemática que resuelve

Sustitución del uso de antracita en los hornos de producción de acero por un combustible más sostenible medioambiental y económicamente.

Reutilización y valorización de residuos orgánicos, como por ejemplo maderas residuales, que no compitan con la cadena de alimentación humana o la nutrición animal y vegetal, para la producción de biochar.

Reducción de la huella de carbono del proceso.

Obtención paralela de H₂ que puede ser reutilizado dentro del proceso.

Ámbito de aplicación en mercado

Producción de acero.

Sectores donde se utilicen hornos eléctricos de arco (EAF).

Industrial forestal y de residuos de biomasa.



UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

Publicaciones principales

- Sangib, E.B.; Meshesha, B.T.; Demessie, B.A.; Medina, F. 2020. Study on cellulose (96% crystalline) hydrolysis performance of sulfonated carbon catalyst in microwave-heated reactor at elevated temperatures. *Biomass Conversion and Biorefinery*, 10:901–913. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13399-019-00490-6>
- Sangib, E.B.; Meshesha, B.T.; Demessie, B.A.; Medina, F. 2022. Optimization of cellulose hydrolysis in the presence of biomass-derived sulfonated catalyst in microwave reactor using response surface methodology. *Biomass Conversion and Biorefinery*, 12:1167–1179. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13399-020-00720-2>

Proyectos relacionados

- REBIOEAF: Valorización de biomasa obtenida de los residuos del proceso siderúrgico como biochar para los hornos EAF.

Niveles



Madurez
TRL 3-4



Desarrollo
Prototipo



Protección
En estudio

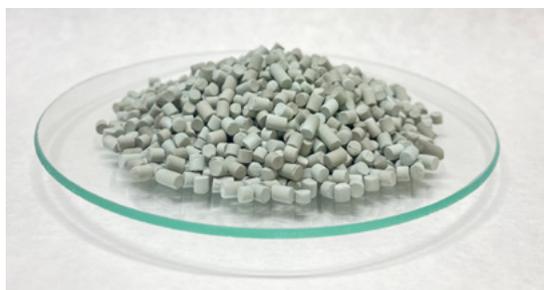
Con el apoyo de



Síntesis de catalizadores a partir de residuos

Síntesis de catalizadores a partir de residuos o fuentes secundarias para su aplicación en la obtención de gas de síntesis mediante procesos termoquímicos (gasificación principalmente) como precursor para la obtención de hidrógeno. Principalmente, son catalizadores formados por zeolitas obtenidas a partir de corrientes residuales ricas en óxidos de silicio y de aluminio. Eurecat ha desarrollado un proceso de síntesis que permite obtener SiO₂ de alta pureza apto para la síntesis de zeolitas. Ha validado el uso de este SiO₂ para la síntesis de zeolitas A y X.

Finalmente, ha modificado estas zeolitas superficialmente para convertirlas en catalizadores utilizados en el upgrading de bio-oils y de syngas.



Problemática que resuelve

El hecho de partir de fuentes secundarias para la síntesis de catalizadores permite reducir su coste, impactando en la viabilidad de su uso en procesos termoquímicos.

Este enfoque aborda además la gestión responsable de residuos, a la vez que se reduce la dependencia de recursos naturales para la síntesis de catalizadores, promoviendo prácticas industriales respetuosas con el medio ambiente.

El proceso de modificación de zeolitas permite la adaptación de los catalizadores según las características que se busquen en función de los subproductos de pirólisis o gasificación deseados.

Ámbito de aplicación en mercado

Empresas que generan o que quieren valorizar corrientes ricas en óxidos de aluminio o silicio; empresas que quieren desarrollar nuevos catalizadores y/o industrias/empresas que quieran desarrollar o implementar un proceso de gasificación catalítica en su línea de producción.

Producción

Gasificación/
pirólisis de
residuos agrícolas,
urbanos o
industriales

eurecat
Centre Tecnològic de Catalunya

Proyectos relacionados

- RETO CYCLO _SLAG: Diseño de nuevos productos a partir de la valorización de la escoria blanca.
- TRAZA ACHIEVER: Desarrollo de nuevas tecnologías y nuevos materiales para la captura, transformación del CO₂ para su posterior uso como precursor de nuevos productos.

Niveles



Madurez
TRL 4



Desarrollo
Laboratorio /
bench-scale



Protección
Timestamp

Con el apoyo de

Evaluación experimental de la viabilidad del tratamiento termoquímico catalítico de residuos para la producción de H₂

El uso de catalizadores en procesos de pirólisis y gasificación permiten modular la composición del gas de síntesis y los aceites pirolíticos mejorando su calidad. Dependiendo del catalizador utilizado se puede aumentar la producción de gas, así como el porcentaje de H₂ en el gas de síntesis. Eurecat dispone de una planta piloto de hasta 4L que permite evaluar estos procesos para el tratamiento de diferentes tipologías de residuos (biomasa, MOR, plásticos, lodos...), estimar los rendimientos de producción de gas, aceites y biochar y determinar su viabilidad.

La disponibilidad de esta planta permite ofrecer servicios de estudios de viabilidad previo a un pilotaje o implementación industrial, muy relevante teniendo en cuenta los elevados costes de inversión de estas tecnologías.

Problemática que resuelve

Permite modular la composición del gas de síntesis producido en los procesos de pirólisis y gasificación, por ejemplo aumentando el % de H₂ en este gas.

Al acelerar las reacciones químicas involucradas en la pirólisis y la gasificación, los catalizadores aumentan la eficiencia del proceso.

También facilitan la producción de gas de síntesis con un alto porcentaje de H₂, que puede ser utilizado como fuente de energía limpia, reduciendo la dependencia de combustibles fósiles y, en consecuencia, la emisión de gases de efecto invernadero.

Ámbito de aplicación en mercado

Empresas dedicadas a la gestión de residuos industriales, con el objetivo de convertir las diversas corrientes de residuos en una fuente de producción de hidrógeno.

Empresas que puedan utilizar el hidrógeno en algún punto de sus actividades industriales. La disponibilidad de hidrógeno producido a partir de la gestión del residuo puede abaratar gastos y realizar esta actividad más sostenible.

Gestión de residuos, reducir las emisiones contaminantes, optimizar procesos y fomentar la innovación en tecnologías verdes. Esto no sólo beneficia a las industrias a nivel individual, sino que también contribuye al desarrollo de procesos industriales más sostenibles y respetuosos con el medio ambiente.

Producción

Gasificación/
pirólisis de
residuos agrícolas,
urbanos o
industriales

eurecat
Centre Tecnològic de Catalunya



Niveles



Madurez
TRL 4



Desarrollo
Planta piloto

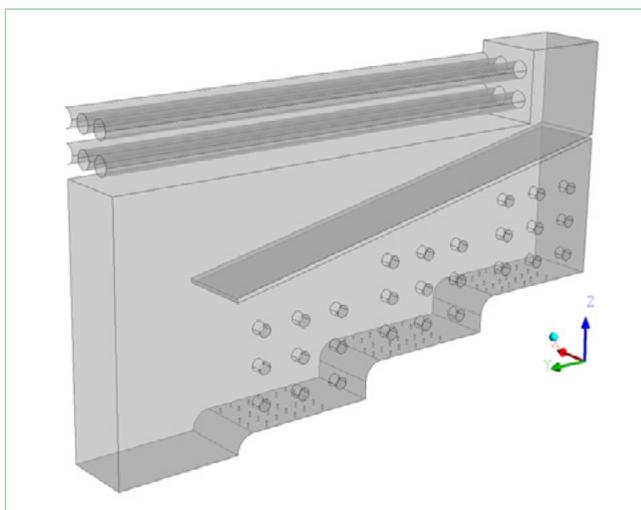
Proyectos relacionados

- PERTE VALH2: Investigación de nuevas tecnologías para la generación, almacenamiento y uso de H₂ renovable mediante la VALorización de biorresiduos.
- SUSPYR: Producción de catalizadores basados en zeolitas a partir de residuos de la industria siderúrgica que mejoren las propiedades de los aceites pirolíticos para utilizarlos como combustible.

Con el apoyo de

Diseño de reactores, cámaras de gasificación, pirólisis o combustión

Diseño de reactores tanto a escala de Laboratorio o nivel Prototipo, como a escala industrial, por diferentes tipos de reacciones, como podrían ser termoquímicas, gasificación, pirólisis o combustión. Asesoramiento en la selección de los materiales más adecuados a utilizar. Adicionalmente también se puede apoyar el dimensionado y ubicación de entradas y salidas de gases, y sistema de acondicionamiento térmico, como podrían ser sistemas de refrigeración o elementos aislantes.



Problemática que resuelve

Diseño de cámaras que contengan la reacción, con el fin de conseguir su máxima eficiencia.

Asesoramiento en la selección de materiales para que sean capaces de soportar las cargas térmicas, químicas y mecánicas que se den al sistema.

Ámbito de aplicación en mercado

Industria en general – toda la que tenga reactores donde se produzcan reacciones químicas (sistemas de combustión, gasificación, pirólisis...).

Producción

Gasificación/
pirólisis de
residuos agrícolas,
urbanos o
industriales

eurecat
Centre Tecnològic de Catalunya

Publicaciones principales

- Catalizadores, 12(9), 1053.
doi: 10.3390/catal12091053

Proyectos relacionados

- REACAT - Desarrollo de un reactor catalítico multicanal.
- BioEfi-100T - Desarrollo de sistemas de combustión de biomasa forestal de alta eficiencia y bajas emisiones contaminantes integrables en un entorno urbano.

Niveles



Madurez
TRL 3-4



Desarrollo
Planta piloto



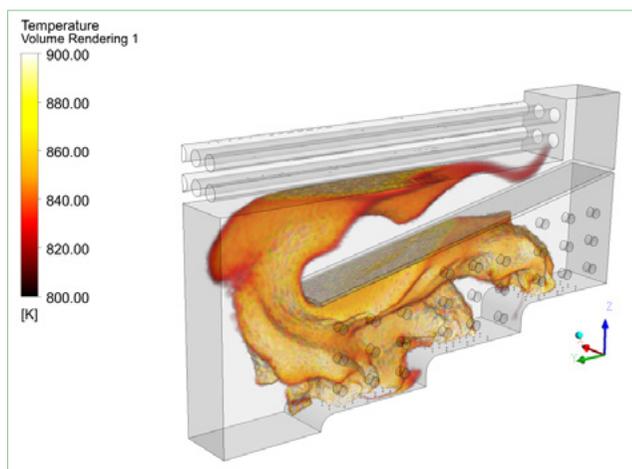
Protección
Registro de
conocimiento

Con el apoyo de

Simulación CFD, térmica y cinética química de reacciones volumétricas

Simulación CFD, térmica y de cinética química acoplada realizada con el software comercial Ansys, de diferentes reacciones químicas volumétricas, ya sean termoquímicas o de combustión (entre otros). Permite obtener resultados del comportamiento térmico, fluidodinámico y químico del sistema, y, por lo tanto, establecer la eficiencia de la reacción. Se puede aplicar tanto a sistemas a escala de Laboratorio, como a reactores a escala industrial.

Se dispone de pericia en la simulación de reactores de combustión y de generación de metano sintético.



Problemática que resuelve

Permite obtener una reproducción virtual del reactor y predecir su comportamiento a nivel fluidodinámico, térmico y químico.

Permite dar apoyo a las tareas de diseño de reactores.

Ámbito de aplicación en mercado

Industria en general – toda la que tenga reactores donde se produzcan reacciones químicas (sistemas de combustión, gasificación, pirólisis...).

Producción

Gasificación/
pirólisis de
residuos agrícolas,
urbanos o
industriales

eurecat
Centre Tecnològic de Catalunya

Niveles

Publicaciones principales

- Catalizadores, 12(9), 1053. doi: 10.3390/catal12091053

Proyectos relacionados

- REACAT - Desarrollo de un reactor catalítico multicanal.
- BioEfi-100T - Desarrollo de sistemas de combustión de biomasa forestal de alta eficiencia y bajas emisiones contaminantes integrables en un entorno urbano.



Madurez
Servicio



Desarrollo
Simulación



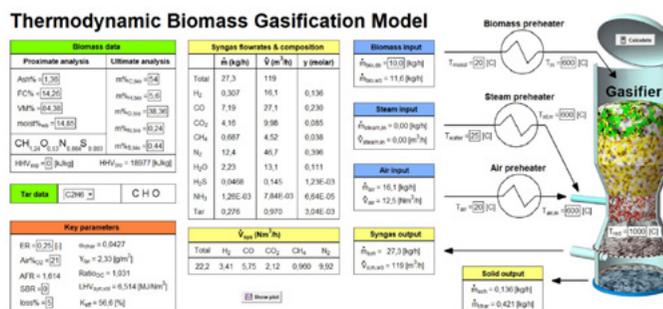
Protección
Registro de
conocimiento

Con el apoyo de

Modelización y simulación de procesos de gasificación

Modelización y simulación de procesos de gasificación de biomasa y residuos orgánicos utilizando el entorno de programación (Engineering Equation Solver) y el simulador de procesos Aspen Plus. Es un software de uso propio validado a partir de datos experimentales para calcular composiciones de syngas (H₂, CO, etc), eficiencias y producción a partir de diferentes tipos de alimentación, agentes de gasificación y de condiciones de operación.

Este software permite el desarrollo de soluciones tecnológicas y configuraciones para la integración energética de tecnologías de gasificación con otras tecnologías (trigeneración, digestión de residuos, power-to-gas, bombas de calor, ...) con el fin de constituir sistemas de poligeneración de energía con capacidad para suministrar de forma flexible y eficiente: electricidad, calefacción a diferentes niveles de temperatura, refrigeración, combustibles, productos químicos, etc.



Problemática que resuelve

Cálculo de composiciones de syngas a partir de compuestos o mezclas de subproductos orgánicos a revalorizar y en diferentes condiciones de operación.

Determinar la viabilidad técnico-económica de la revalorización de subproductos orgánicos mediante gasificación.

Posibilita la integración de la tecnología de gasificación en sistemas de poligeneración integrándolos energéticamente con tecnologías power-to-gas, procesos bioquímicos, etc.

Ámbito de aplicación en mercado

Estudio del potencial de revalorización e integración energética de subproductos orgánicos para la producción de hidrógeno entre otros productos y servicios.

Diseño preliminar y optimización de las condiciones de operación de sistemas de gasificación.



UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

Publicaciones principales

- Energía Aplicada, V 114, p: 845-856, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2013.09.013>
- Conversión y Gestión de la Energía, 245, 114592, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2021.114592>

Proyectos relacionados

- POLYCITY - Redes Energéticas en Ciudades Sostenibles.
- Diputación de Tarragona – Extranet. Perspectivas y potencial de la producción de energía y combustibles renovables en las cooperativas agrarias de El Camp de Tarragona y Terres de l'Ebre.

Niveles



Madurez
TRL 4



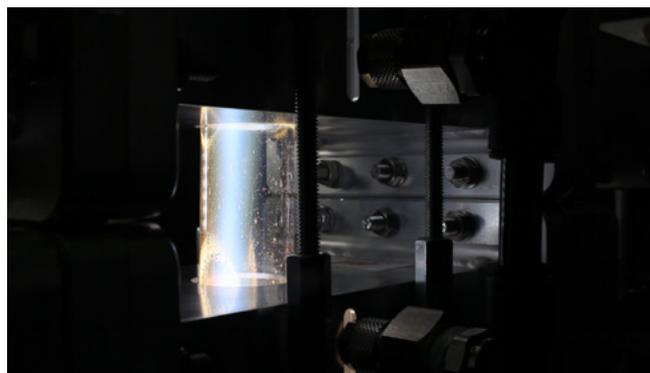
Desarrollo
Software

Pirólisis por plasma de microondas / agua

La tecnología de plasma para microondas es una tecnología versátil y adaptable a muchos procesos y esquemas de trabajo. En Eurecat hemos desarrollado un sistema de antorcha de plasma que permite el trabajo en flujo continuo. Aplicado a la producción de hidrógeno hace posible la modificación de sus etapas de producción. Actualmente, el sistema consta de tres etapas:

- Producción de vapor de agua con microondas; permite trabajar con agua gris, limpia y destilada.
- Antorcha de plasma de descomposición; para disociar la molécula de agua.
- Antorcha de plasma de disgregación/ generación de calor; Para separar el oxígeno y el hidrógeno necesita de componentes anexos.

Cualquiera de las tres etapas puede trabajar independientemente y se pueden excluir las que no sean necesarias según el proceso productivo al que se acoplan. Si la industria genera su vapor de agua se puede eliminar la primera etapa.



Problemática que resuelve

La necesidad de agua limpia o destilada para la producción del hidrógeno o un ambiente muy controlado de trabajo.

Ámbito de aplicación en mercado

En el sector energético, o la industria en general como economía circular o simbiosis.

Producción

Gasificación/
pirólisis de
residuos agrícolas,
urbanos o
industriales

eurecat
Centre Tecnològic de Catalunya

Proyectos relacionados

- HESTÍA - Tecnologías estratégicas para la generación y gestión energética.
- GREENH2V - Hidrógeno verde para el reaprovechamiento energético en movilidad sostenible.

Niveles



Madurez
TRL 4



Desarrollo
Prototipo

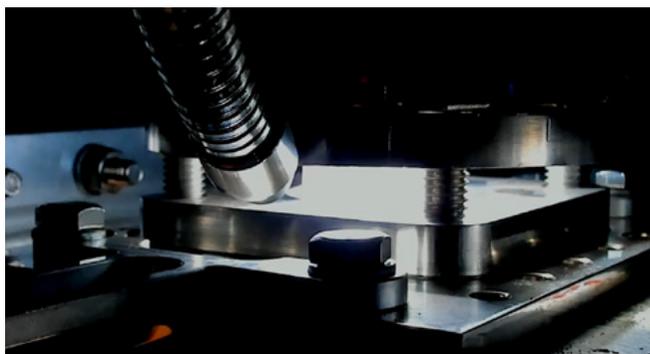


Protección
Prototipo

Con el apoyo de

Pirólisis por plasma de microondas / residuos

En este proceso se utiliza la llama rodeada por tubos radiantes cerámicos. Se trata de aprovechar, preferentemente, el fenómeno de conducción para gasificar residuos sólidos como plásticos. De uso preferible con plásticos de cadena corta y sin oxígenos, por ejemplo, polipropileno (PP), polietileno (PE), tereftalato de polietileno (PET). Según la potencia y el rendimiento del proceso se puede utilizar una o dos etapas. En la primera etapa se rompen las cadenas de la molécula generando especies químicas provenientes del CH₄, en la segunda etapa se rompen los gases para generar carbono e hidrógeno.



Problemática que resuelve

Exceso de plásticos que no se pueden reutilizar. Se descompone el material para utilizarlo como fuente energética o materia prima.

Ámbito de aplicación en mercado

En el sector energético, o la industria en general como economía circular o simbiosis.

Producción

Gasificación/
pirólisis de
residuos agrícolas,
urbanos o
industriales

eurecat
Centre Tecnològic de Catalunya

Proyectos relacionados

- MOPTec – Aplicaciones industriales microondas y plasma.
- TEMPO - Tratamientos térmicos para reciclado químico de materiales poliméricos.

Niveles



Madurez
TRL 3



Desarrollo
Prototipo

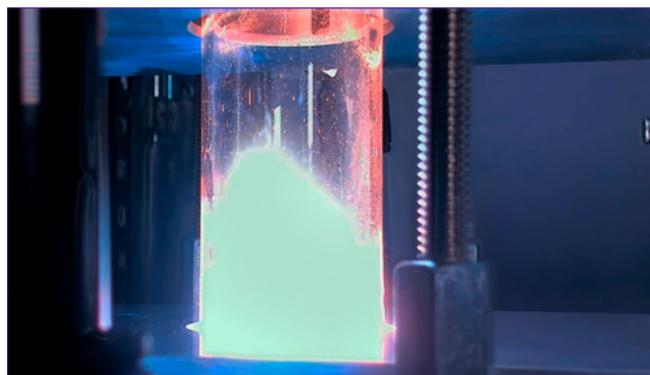


Protección
Patentes

Con el apoyo de

Pirólisis por plasma de microondas / gases

La formación del plasma es, por su naturaleza, un gas decompuesto en electrones e iones. Esta característica es totalmente aprovechable para extraer los elementos no interesantes y utilizarlos como combustible. En el caso de gases ya formados y provenientes de otros procesos industriales (amoníaco, CFC, etc,...), se puede retirar el nitrógeno y aprovechar el hidrógeno que queda libre, recombinándolo en hidrógeno molecular. El proceso es de una etapa, según la complejidad del gas empleado. Es necesario un sistema de captura de los componentes del gas no aprovechables si es un gas de molécula compleja (carbonos, azufre, flúor).



Problemática que resuelve

Resuelve la necesidad de elementos catalizadores de precio elevado para hacer la descomposición de los gases.

Ámbito de aplicación en mercado

En el sector energético, o la industria en general como economía circular o simbiosis.

Producción

Gasificación/
pirólisis de
residuos agrícolas,
urbanos o
industriales

eurecat
Centre Tecnològic de Catalunya

Proyectos relacionados

- GREENH2 - Integración sostenible de H₂ verde para aplicaciones químicas y energéticas.
- TEMPO - Tratamientos térmicos para reciclado químico de materiales poliméricos.

Niveles



Madurez
TRL 3



Desarrollo
Prototipo



Protección
Patentes

Con el apoyo de



Descomposición electroquímica de compuestos portadores de hidrógeno

El Hidrógeno tiene una densidad de energía muy baja ($0,0899 \text{ Kg/m}^3$) y, por tanto, se enfrenta a importantes limitaciones de almacenamiento y transporte, como comprimirlo a presiones elevadas o trabajar a temperaturas muy bajas, además el hidrógeno es un gas reactivo que puede deteriorar distintos materiales, como el acero. Por tanto, es necesario mejorar las tecnologías en almacenamiento de hidrógeno, tanto en capacidad como en consumo de energía.

Como alternativas al almacenamiento de hidrógeno, tenemos los compuestos portadores de hidrógeno que son más fáciles de almacenar y transportar, y posteriormente, una vez en su destino de consumo, se pueden descomponer a hidrógeno para su uso.

Un ejemplo es el amoníaco, fácil de licuar a una presión de 8 bar a $20 \text{ }^\circ\text{C}$ evitando los problemas de seguridad en el transporte del hidrógeno a larga distancia y además es un compuesto libre en carbono. Su descomposición, idealmente a través de la energía eólica y solar, produce hidrógeno. Sin embargo, todavía existen retos en esta tecnología para su aplicación industrial.

01

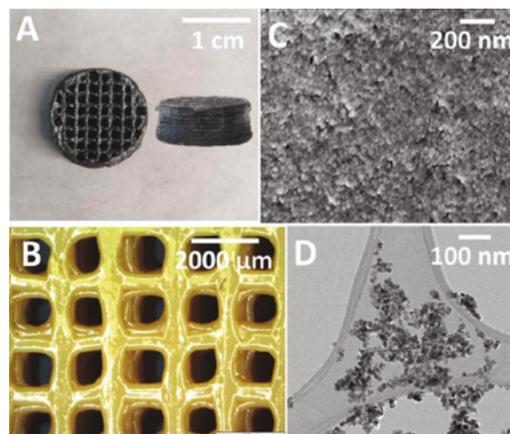
Producción de hidrógeno

Producción de hidrógeno a partir de amoníaco en reactores estructurados

Se han desarrollado procesos para la impresión 3D de monolitos basados en CO₂ incorporando diversos centros activos mono y bimetálicos para la descomposición catalítica del amoníaco en hidrógeno y nitrógeno gaseosos. Las estructuras de ceria impresas en 3D muestran una actividad catalítica mucho más alta que la de monolitos de cordierita convencionales. Se ha desarrollado un modelo cinético para la descomposición de amoníaco a un reactor de cama fija. La deshidrogenación del amoníaco adsorbido en la superficie del catalizador es probablemente el paso limitante de la reacción y la descomposición del amoníaco se inhibe por la presencia de H₂.

Ámbito de aplicación en mercado

Puede tener interés en el sector de la producción de hidrógeno – industria de la energía, con aplicaciones de almacenamiento de energía y vehículos de hidrógeno, especialmente en vehículos de gran tonelaje y transporte marítimo, como barcos.



Problemática que resuelve

Debido a los problemas asociados con la generación y el almacenamiento de hidrógeno en aplicaciones portátiles y de movilidad (vehículos, camiones, barcos, etc.), se ha propuesto el uso de amoníaco para la producción de hidrógeno in situ a través de su descomposición catalítica.

Uso de amoníaco líquido para almacenar hidrógeno podría solucionar los problemas derivados del elevado consumo energético en las etapas de compresión del hidrógeno puro, así como los procesos de fragilización que sufren muchos de los materiales empleados en su almacenamiento.



Publicaciones principales

- Ilaria Luccentini (Tesi Doctoral, 2021) Producción de hidrógeno a partir de amoníaco en reactores de paredes catalíticas. Director de tesi: Jordi Llorca. <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/360907>
- Ilaria Lucentini, Isabel Serrano, Lluís Soler, Núria J. Divins, Jordi Llorca. Ammonia decomposition over 3D-printed CeO₂ structures loaded with Ni. Applied Catalysis A: General, 2020, 591, 117382.

Proyectos relacionados

- HYNTERCAT. Ref. PID2021-124572OB-C31. Título: Tecnologías energéticas del hidrógeno impulsadas por ingeniería de interfaz de catalizadores amorfos/cristalinos. Entitat finançadora: MICINN. Investigadors principals: Lluís Soler i Jordi Llorca.
- MECATEN. Ref. RTI2018-093996-B-C31. Mechanochemical preparation of catalysts for energy applications: methane activation and hydrogen generation. 2019-2021. Entitat finançadora: MICINN. PI: Jordi Llorca.

Sistema de control para una pila de descomposición de amoniaco

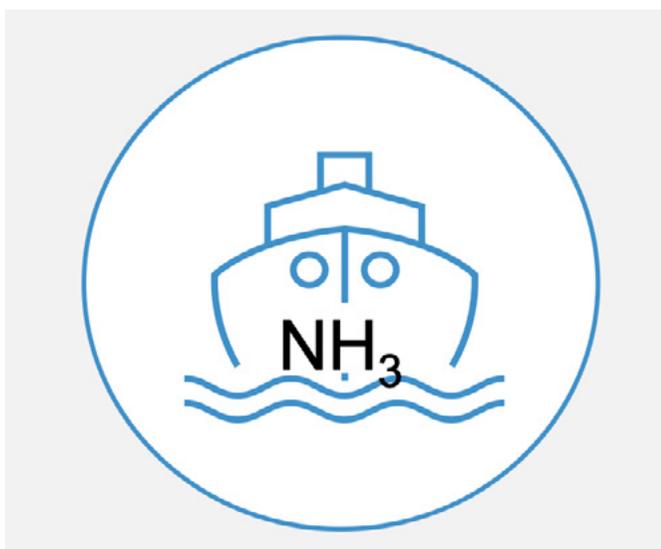
Proyecto de desarrollo de una pila para la descomposición del amoniaco, la separación del hidrógeno y su compresión en un mismo dispositivo electroquímico. Diseño del sistema de control, cuyo objetivo es la optimización del rendimiento y la operación segura y duradera del sistema. También se trabaja en el desarrollo de algoritmos de estimación de parámetros en línea, útiles para el control y también para el diagnóstico del sistema. Tanto el sistema de control como la estimación de parámetros se basan en modelos dinámicos desarrollados también en el seno del grupo de investigación.

Problemática que resuelve

Control de presiones, caudales, temperaturas

Gestión óptima del calor, optimización energética, rechazo de perturbaciones, seguimiento de consignas, operación duradera

Estimación de parámetros.



Ámbito de aplicación en mercado

Interesante para empresas que se dediquen al transporte de energía a través de portadores (amoniaco en este caso), y para industria que utilice hidrógeno como materia prima

Producción

Descomposición electroquímica de compuestos portadores



Niveles



Madurez
TRL 3



Protección
Prototipo

Proyectos relacionados

- SINGLE – Electrified Single Stage Ammonia Cracking to Compressed Hydrogen.

Con el apoyo de



Reformado de compuestos portadores de hidrógeno

Los compuestos portadores de hidrógeno se consideran una alternativa de gran potencial para el transporte de hidrógeno a larga distancia, entre ellos, alcoholes como el metanol o etanol se presentan como propuestas interesantes. La producción de hidrógeno a partir de bioetanol derivado de la biomasa es reconocida como una alternativa sostenible, respetuosa con el medio ambiente y un proceso rentable. El etanol se puede producir a partir de biomasa, por fermentación o químicamente a partir de gas de síntesis (H_2 , CO_2 y CO), consumiendo dióxido de carbono, y por tanto haciendo que el reformado de etanol para la producción de hidrógeno sea un sistema circular donde el balance de emisiones limpias de CO_2 sea cero. Además, el etanol está teniendo un gran interés como alternativa al metanol o metano debido a su disponibilidad, menor toxicidad y mayor reactividad.

El desarrollo de nuevas tecnologías en reformado de alcoholes más eficientes y con menor huella de carbono permitirá explorar nuevas vías de almacenamiento y transporte de hidrógeno.

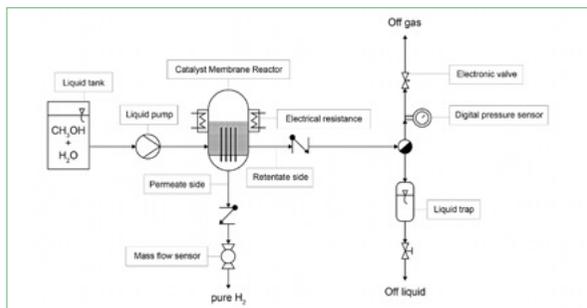
01

Producción de hidrógeno

Reformador de alcoholes con reactor catalítico de membrana con sistema de control

Se ha desarrollado una planta piloto a escala Laboratorio de un reformador de mezclas de alcoholes en agua para producir hidrógeno a partir de reacciones catalíticas. La producción de hidrógeno se realiza en un reactor catalítico de membrana equipado con membranas metálicas Pd-Ag que consigue producir y purificar el hidrógeno en una única operación unitaria.

A partir de los resultados experimentales obtenidos en condiciones operativas reales, se han podido desarrollar modelos predictivos del comportamiento del reactor catalítico de membrana, que nos ha permitido implementar un controlador Proporcional Integral (PI) con el fin de controlar de forma muy cuidadosa y robusta la consigna producción de hidrógeno fijada desde el panel de control informático del reformador.



Con el apoyo de

Problemática que resuelve

Producción de hidrógeno in situ de manera controlada a partir de la introducción controlada de caudales de mezclas agua/metanol dentro del reactor catalítico de membrana (core del proceso), obteniendo un caudal de hidrógeno 100% puro con el que podemos alimentar una pila de combustible, con una operación sostenida del sistema.

Respuesta muy robusta del software desarrollado, compatible con la demanda de un stack de pilas de combustible que podrían dar electricidad a un vehículo. El Prototipo permite simplificar la producción in situ en vehículos, donde era necesario que tras el reactor catalítico de reformación se acoplaran múltiples reactores catalítico para la purificación de hidrógeno, a partir de reacciones de oxidación preferencial de CO, que añadían una complejidad superior a los sistemas diseñados.

Ámbito de aplicación en mercado

Puede tener interés en el sector de la producción de hidrógeno – industria de la energía, con aplicaciones de almacenamiento de energía y vehículos de hidrógeno. La reformación del metanol con vapor de agua es un proceso de interés relevante para la industria de la automoción.

Producción

Reformado de compuestos portadores

Niveles



Madurez
TRL 4



Desarrollo
Prototipo

Publicaciones principales

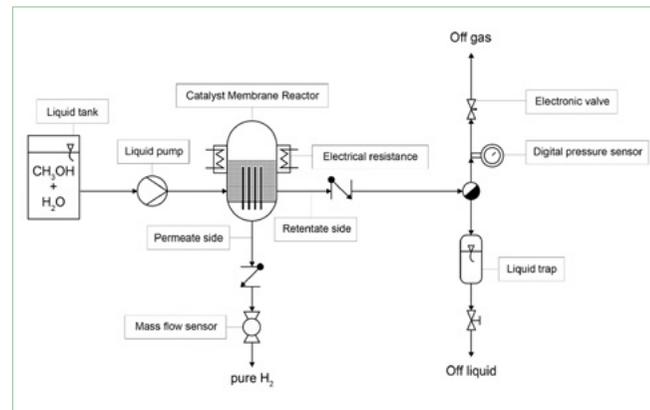
- A. Cifuentes, L. Soler, R. Torres, J. Llorca. Methanol steam reforming over PdZn/ZnAl₂O₄/Al₂O₃ in a catalytic membrane reactor: An experimental and modelling study. *International Journal of Hydrogen Energy* 2022, 47, 11574-11578.
- A. Cifuentes, M. Serra, R. Torres, J. Llorca. Experimental Control of a Methanol Catalytic Membrane Reformer. *Reactions* 2023, 4, 702-712

Proyectos relacionados

- HYNTERCAT. Ref. PID2021-124572OB-C31. *Tecnologías energéticas del hidrógeno impulsadas por ingeniería de interfaz de catalizadores amorfos/cristalinos*. MICINN. Lluís Soler i Jordi Llorca.

Sistema de control para reformadores de etanol

Reformación catalítica de etanol con vapor para la obtención de hidrógeno. Los reactores objeto de estudio incluyen también una membrana para la separación del hidrógeno generado por reformación. El proceso presenta importantes compromisos entre eficiencia energética, producción y selectividad. Al mismo tiempo, es necesario que el sistema pueda adaptarse a cambios en las condiciones externas. Con estos objetivos se han diseñado controladores para los reactores catalíticos de reformación de etanol que han sido probados en un Prototipo. Además, se han desarrollado modelos dinámicos de simulación y modelos dinámicos orientados a control.



Problemática que resuelve

Modelado dinámico de reactores de reformación catalítica de etanol con vapor con membrana para la separación del hidrógeno.

Control de reactores de reformación catalítica de etanol con vapor con membrana.

Ámbito de aplicación en mercado

Producción de hidrógeno a partir de alcoholes.



Publicaciones principales

- International Journal of Hydrogen Energy, Vol 42, Issue 4, pp: 1949–1961, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2016.10.110>
- International Journal of Hydrogen Energy, Vol 38, Issue 18, pp: 7640-7646, 2013. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2012.11.078>

Proyectos relacionados

- MESPEM- Desarrollo de sistemas de control para la mejora de la eficiencia y la vida útil en sistemas basados en pilas de combustible PEM.

Niveles



Madurez
TRL 4



Desarrollo
Prototipo

Con el apoyo de





02

Almacenamiento y distribución del hidrógeno



Para determinar la mejor opción para el transporte y almacenamiento del hidrógeno, hay que considerar varios factores: el caudal producido, la distancia desde planta de producción hasta puntos de consumo, la complementariedad de usos finales, la idoneidad para el acondicionamiento final y el uso en los diferentes tipos de consumos.

Las alternativas que existen actualmente para el transporte y almacenamiento de hidrógeno son el almacenamiento físico, hidrógeno comprimido, hidrógeno licuado o mediante materiales adsorbentes, y el almacenamiento químico mediante compuestos portadores de hidrógeno o hidruros químicos, como el amoníaco o los LOHC (Liquid Organic Hydrogen Carriers), y mediante hidruros metálicos. Además, la seguridad es una parte fundamental y de importante relevancia en esta sección.



Almacenamiento físico

Las principales alternativas de almacenamiento físico son: el hidrógeno comprimido mediante tanques de presión esféricos, almacenamiento en tuberías o almacenamiento subterráneo; principalmente orientados para el transporte y uso industrial, el hidrógeno licuado mediante tanques de almacenamiento criogénico, principalmente para su uso en la industria aeroespacial, y el uso de materiales adsorbentes de gran área superficial para el almacenamiento por adsorción en condiciones de altas presiones y bajas temperaturas.

Cada una de estas tecnologías presentan retos a mejorar como son la capacidad volumétrica, el uso de materiales ligeros, estabilidad a distintas condiciones de uso y ambientales, fugas, velocidad de carga/descarga y coste, donde la investigación puede ayudar a resolver estos desafíos.

02

Almacenamiento y distribución del hidrógeno

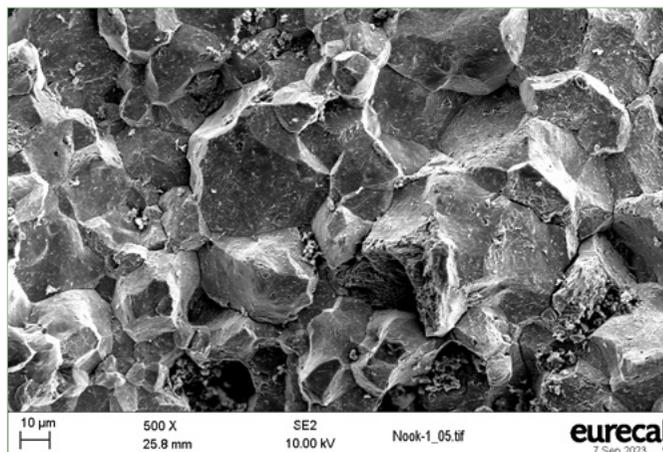
Investigación del efecto del hidrógeno en las propiedades mecánicas de los materiales

Evaluación del efecto del hidrógeno en las propiedades mecánicas de materiales metálicos y no metálicos.

Obtención de mapas de fractura en función del contenido de hidrógeno para determinar el contenido de hidrógeno umbral o crítico que reduce las propiedades mecánicas.

Evaluación de la pérdida de propiedades cuando el material contiene diferentes concentraciones de hidrógeno introducidas mediante técnicas electroquímicas. La pérdida de propiedades debido al efecto del hidrógeno se evalúa con los siguientes ensayos mecánicos: four point bending test (4PBT), slow strain rate test (SSRT), step load test (SLT), constante load test (CLT), U-bend and cracking resistance.

Evaluación del efecto del hidrógeno gas en materiales metálicos y no metálicos con ensayos estáticos en atmósferas de hidrógeno a 100 bar. Posteriormente, se evalúa la pérdida de propiedades mecánicas.



Problemática que resuelve

Permite evaluar el efecto del hidrógeno en las propiedades mecánicas de los materiales.

Clasifica los materiales según su susceptibilidad a la fragilización por hidrógeno permitiendo una mejor selección de materiales.

Ámbito de aplicación en mercado

Aceros de alta resistencia para el sector de la automoción, infraestructuras y transporte naval. Aceros al carbono, aluminios, titanios y otros materiales metálicos y no metálicos.



Proyectos relacionados

- RFCS CRYSTAL - Control of Risk for hYdrogen embrittlement in Steels for Automotive appLications.
- RFCS HELIX - Hydrogen Embrittlement resistant new steel lInKS solutions for off-shore wind turbines.

Niveles



Madurez
TRL 4-5



Desarrollo
Prototipo



Protección
Timestamp

Con el apoyo de



Determinación de la permeabilidad de materiales en el hidrógeno

Evaluación de la permeabilidad de materiales poliméricos y compuestos al hidrógeno gas a alta presión (hasta 100 bar). Ensayo que permite determinar el efecto del hidrógeno en materiales para fabricar tuberías, bombonas, componentes estructurales, etc., determinar la susceptibilidad a la fragilización por hidrógeno de materiales y la capacidad de los materiales a dejar pasar el hidrógeno a través suyo a elevadas presiones y diferentes temperaturas (desde 20 oC a 200 oC).

Problemática que resuelve

Permite determinar la capacidad de los materiales a impedir el paso del hidrógeno a través suyo y, por lo tanto, evaluar las propiedades de los materiales como barrera al paso del hidrógeno.

Permite determinar el coeficiente de difusión del hidrógeno en materiales poliméricos, metálicos, cerámicos y compuestos a diferentes temperaturas.



Ámbito de aplicación en mercado

Productores de tuberías, bombonas y recipientes para el almacenamiento de hidrógeno gas.



Proyectos relacionados

- RFCS CRYSTAL - Control of Risk for hYdrogen embrittlement in Steels for Automotive appLications.
- RFCS HELIX - Hydrogen Embrittlement resistant new steel LIInKS solutions for off-shore wind turbine.s
- RFCS COOPHS - Low CO₂ Imprint on Press Hardened Steels.

Niveles



Madurez
TRL 4



Desarrollo
Prototipo



Protección
Registro de conocimiento

Con el apoyo de

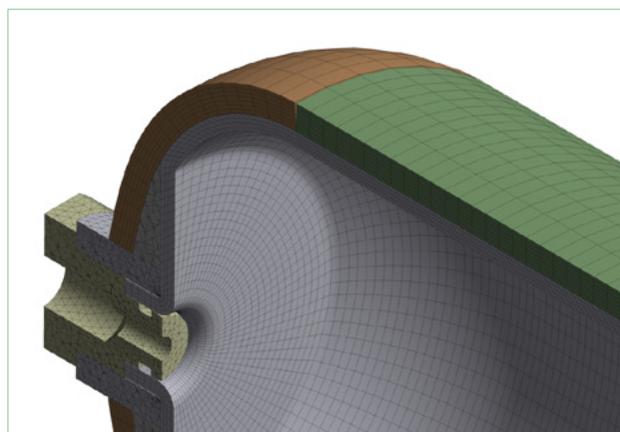
Diseño y simulación de tanques de almacenamiento de hidrógeno

Diseño de tanques de almacenamiento de hidrógeno a presión, licuado o como hidruro metálico. Diseño conceptual y en detalle de solución. Asesoramiento en materiales a utilizar, dimensionado de entradas y simulación a nivel fluidodinámico y mecánico (estructural) de los diseños planteados. De esta manera se puede validar el llenado y vaciado de los tanques, así como la estabilidad estructural de los mismos durante el servicio o el proceso de fabricación.

Problemática que resuelve

Diseño de tanques de almacenamiento de hidrógeno y asesoramiento en la selección de materiales para que sean capaces de soportar las cargas mecánicas y térmicas.

Obtención de diseños de tanques de almacenamiento validados a través de simulación numérica.



Ámbito de aplicación en mercado

Industria en general – toda la que pueda incorporar sistemas de almacenamiento de hidrógeno en algún punto del proceso (energía, automoción, construcción...).

Almacenamiento y distribución

Almacenamiento físico



Publicaciones principales

- International Journal Of Hydrogen Energy, 43(35), 16929-16940. doi: 10.1016/j.ijhydene.2017.12.172.
- International Journal Of Hydrogen Energy, 42(30), 19114-19125. doi: 10.1016/j.ijhydene.2017.06.125.

Proyectos relacionados

- HIDROGENIA - Diseño, fabricación y validación de un depósito para almacenamiento de hidrógeno gas mejorando sus propiedades de permeabilidad para su aplicación en aeronáutica.
- Traça GREEN H2 - Integración sostenible de Green-H2 para aplicaciones químicas y energéticas.

Niveles



Madurez
TRL 4-5



Desarrollo
Prototipo



Protección
Registro de conocimiento

Con el apoyo de

Fabricación de tanques tipo IV por tecnología RTM



Niveles

Fabricación de un depósito para almacenar H₂ comprimido a presiones de 700 bares (tipo IV). El depósito consiste en un liner polimérico y un recubrimiento estructural de composite. Mediante modificaciones y aditivación de polímeros, se estudia la disminución de permeabilidad e interacción del liner con el hidrógeno. Para el recubrimiento estructural se emplea la tecnología RTM (resin transfer moulding), poco común en el mercado actualmente donde la mayoría de opciones son fabricadas mediante enrollado de filamentos (filamento winding). El interés de usar RTM es su mayor cadencia productiva para intentar acercar esta forma de almacenamiento de energía al sector de la movilidad.

Problemática que resuelve

La investigación va orientada a conseguir:

- Mejorar la estanqueidad de los depósitos de hidrógeno.
- Mejorar las prestaciones mecánicas de los depósitos (reducir su peso)
- Mejorar la cadencia productiva de los depósitos.

Ámbito de aplicación en mercado

Sector del automóvil. En especial a la movilidad de hidrógeno con pilas de combustible. Pretende aumentar la capacidad de almacenamiento de este gas para aumentar la autonomía de los automóviles.

Proyectos relacionados

- PCPP HIDROGENIA – Diseño, fabricación y validación de un depósito para almacenamiento de hidrógeno gas mejorando sus propiedades de permeabilidad para su aplicación aeronáutica.



Madurez
TRL 4



Desarrollo
Prototipo

Con el apoyo de

Válvulas y sistemas para la utilización de H₂ a alta presión



UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

La necesidad de aumentar las presiones en el almacenamiento de H₂ por encima de 700 bares da lugar a problemas con el sistema de válvulas (elemento mecánico que se encarga de controlar el flujo de gases) comúnmente utilizadas, para generar pérdidas de carga en razón de las deformaciones causadas y no ser capaces de soportar una vida útil mínima.

Para solucionarlo, se está diseñando un Prototipo de banco de pruebas que permita validar el funcionamiento, englobando todos los protocolos necesarios para cumplir los estándares de seguridad, por válvulas para el hidrógeno capaz de trabajar en condiciones por encima de 700 bar de presión sin ningún tipo de escape.



Proyectos relacionados

- H2VALVE: Investigación en válvulas para el hidrógeno a alta presión y sus métodos de validación.

Problemática que resuelve

Mejorar el sistema de suministro y almacenamiento de H₂ usando un banco de pruebas para testar válvulas, con condiciones de operación extremas (P>700 bares).

Ámbito de aplicación en mercado

Cualquier sector que quiera testar válvulas a alta presión para trabajar con H₂.

Niveles



Madurez
TRL 3-4



Desarrollo
Prototipo

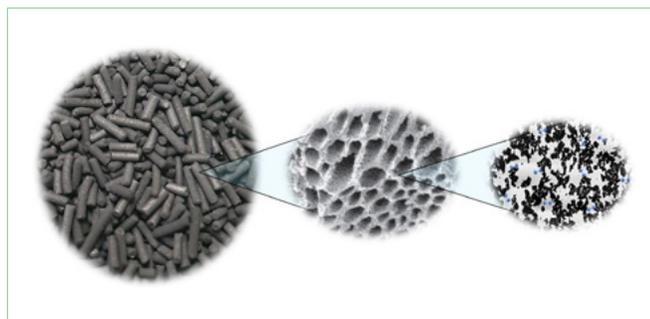


Protección
En estudio

Con el apoyo de

Adsorción de H₂ y N₂ en carbón activado potenciado por líquidos iónicos

El uso de materiales porosos como el carbono activado es bien conocido y utilizado para capturar y almacenar gases por medio del proceso de adsorción. Para aumentar la concentración de gases almacenados se puede impregnar la superficie del material poroso con líquidos iónicos, que también tienen la capacidad de capturar y almacenar gases de manera selectiva. El grupo CREVER dispone de un dispositivo para medir la sorción de gases en diferentes materiales adsorbentes y/o absorbentes, basado en un método volumétrico. Puede trabajarse a diferentes temperaturas y presiones.



Problemática que resuelve

Aumenta la cantidad de hidrógeno que se puede almacenar por unidad de masa de carbono activado.

Ámbito de aplicación en mercado

Servicio de centro para colaborar con empresas del sector de almacenamiento y distribución de gases.



UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

Publicaciones principales

- Zakaria Agantar, Daniel Salavera, Francisco Medina, Alberto Coronas. Experimental Determination and Modelling of Sorption of N₂ and H₂ on activated carbon/IL for storage Applications. Proceedings of 13th NATIONAL & 4th INTERNATIONAL CONFERENCE IN ENGINEERING THERMODYNAMICS; Castello (Spain) Nov. 2023.
- Zakaria Agantar. Experimental Determination and Modelling of Sorption of N₂ and H₂ on activated carbon/IL for storage Applications. Treball fi de màster, URV, 2023.

Niveles



Madurez
TRL 4



Desarrollo
Equipo

Con el apoyo de

Desarrollo de recubrimientos anticorrosivos para la distribución y almacenamiento de hidrógeno

Desarrollo de recubrimientos protectores para el almacenamiento y distribución de hidrógeno que impiden la permeabilidad y fragilización por hidrógeno de los componentes metálicos, mediante técnicas de deposición electroless.

Problemática que resuelve

Es importante poder garantizar la durabilidad y la seguridad de los tanques y tuberías de distribución de hidrógeno a largo plazo, por lo que es necesario contar con tecnologías de prevención de la corrosión, como son los recubrimientos anticorrosivos.

La deposición electroless, garantiza una deposición uniforme sobre la superficie de los componentes y representa un ahorro energético comparado con los recubrimientos electrolíticos.

Los recubrimientos anticorrosivos garantizan una mejora en la corrosión por fatiga, disminuyen la permeabilidad del hidrógeno a través de los tanques metálicos, y, por tanto, también evitan y problemáticas derivadas de éste como es la fragilización por hidrógeno, entre otros.

Ámbito de aplicación en mercado

- Sector energía
- Sector industrial de producción y almacenamiento de hidrógeno.



Publicaciones principales

- Calvet M, Domènech A, Vilaró S, Meseguer T, Bautista L. Innovative Post-Processing for Complex Geometries and Inner Parts of 3D-Printed AlSi10Mg Devices. *Materials*. 2023; 16(21):7040. <https://doi.org/10.3390/ma16217040>

Niveles



Madurez
TRL 3-4



Desarrollo
Laboratorio y
planta piloto



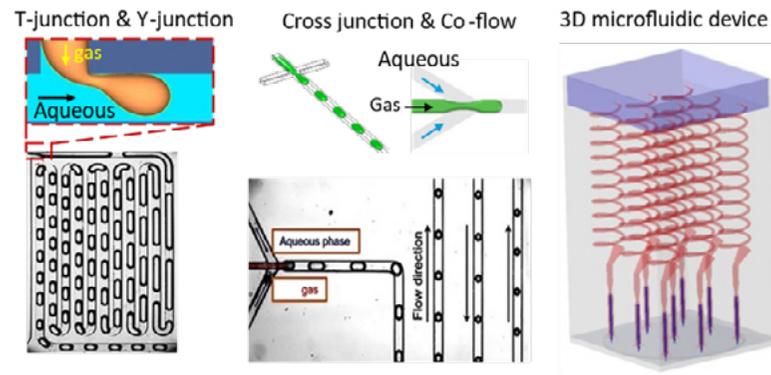
Protección
Secreto
industrial

Con el apoyo de



Reactores microfluidicos por producción y/o almacenamiento de hidrógeno

Los reactores microfluidicos químicos o biológicos permiten mejorar la eficiencia y miniaturizar los procesos relacionados con H₂. Algunos ejemplos pueden ser en procesos de electrólisis o control del transporte de electrólitos y gases, fotocatalisis gracias a la mayor relación superficie-volumen que ofrecen y una distribución homogénea de la luz, o reacciones de alta temperatura gracias a la alta eficacia en la transferencia de calor. En cuanto al almacenamiento, los sistemas microfluidicos pueden evaluar rápidamente la capacidad de absorción y adsorción de materiales, controlar las condiciones de formación y descomposición y estudiar el comportamiento cinético acelerando la búsqueda de nuevos materiales.



Problemática que resuelve

- Ayuda al desarrollo de nuevos procesos de producción a partir de reactores más eficaces y económicos.
- Permite la escalabilidad a nivel industrial. La producción en masa de sistemas microfluidicos está bien establecida existen empresas que se dedican a ello.
- Reducir el tamaño de los reactores y aumentar su rendimiento para la producción de H₂.
- Minimiza los residuos generados debido a que la microfluidica requiere pequeñas cantidades de reactivos, realizando los procesos más ecológicos, especialmente cuando se llevan a cabo estudios en laboratorios de investigación y desarrollo.



Ámbito de aplicación en mercado

- Ofrecer tecnologías de reactores químicos/bio compactos para disolver carbono en fases acuosas y producir H₂, por ejemplo en industrias que generan CO₂.

Publicaciones principales

- Pooya Azizian, Jasmina Casals-Terré, Jordi Ricart, Joan M. Cabot; *Microsyst Nanoeng*, 9, 91 (2023).

Proyectos relacionados

- BORGES: Biosensing with Organic Electronics (MSCA-ITN-ETN). El proyecto desarrolla nuevos tipos de sensores orgánicos integrados en dispositivos microfluidicos portátiles.

Niveles



Madurez
TRL 3-4



Desarrollo
Piloto a nivel
laboratorio



Protección
Patente

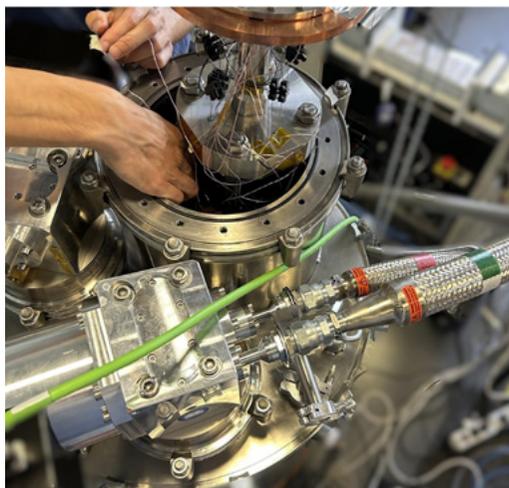
Con el apoyo de



Caracterización mecánica de materiales compuestos a temperaturas criogénicas de hidrógeno líquido



El grupo de investigación AMADE de la Universidad de Girona ha desarrollado un criostato para poder realizar ensayos a temperaturas criogénicas de 20K a nivel de probeta. El laboratorio dispone de equipamiento para poder realizar ensayos de caracterización mecánica tales como tracción, compresión, cortante y fractura, en un rango de carga de hasta 100kN. También se dispone de un servicio complementario de inspección no destructiva mediante microfotografía computerizada de rayo X para detectar la aparición de defectos internos del material.



Problemática que resuelve

- Determinación de propiedades mecánicas en condiciones de servicio para el almacenamiento de hidrógeno líquido (20K)
- Obtención de cartas de material a temperatura de 20K
- Análisis de defectos en el material

Ámbito de aplicación en mercado

Industria del transporte (aéreo, marítimo, ferroviario) que utilice hidrógeno líquido como combustible, industria aeroespacial, sistemas de almacenamiento de hidrógeno líquido.

Publicaciones principales

- En curs (publicacions i tesis doctorals)

Proyectos relacionados

- **OVERLEAF** - nOVel low-prEssure cRyogenic Liquid hydrogEn storAge For aviation
- **CONCERTO** - Construction Of Novel CERTification methODs and means of compliance for disruptive technologies mètodes de validació

Niveles



Madurez
TRL 9



Desarrollo
Laboratorio



Protección
Secreto industrial

Con el apoyo de





Almacenamiento químico

El almacenamiento químico es otra de las alternativas para el almacenamiento y transporte de hidrógeno. Entre las tecnologías existentes, destacan los hidruros químicos o compuestos portadores de hidrógeno, como pueden ser el ácido fórmico, metano y amoníaco, que tienen la principal ventaja de que presentan una mayor densidad de energía que el hidrógeno. En esta categoría también se encuentran los LOHC (Liquid Organic Hydrogen Carriers), compuestos que pueden ser almacenados durante largos períodos sin pérdida de energía y transportados a largas distancias utilizando la logística de transporte de energía establecida para combustibles líquidos (por ejemplo, tuberías, barcos, camiones). La tecnología en LOHC parece factible, ya que utiliza infraestructura existente para la transición a una economía de hidrógeno.

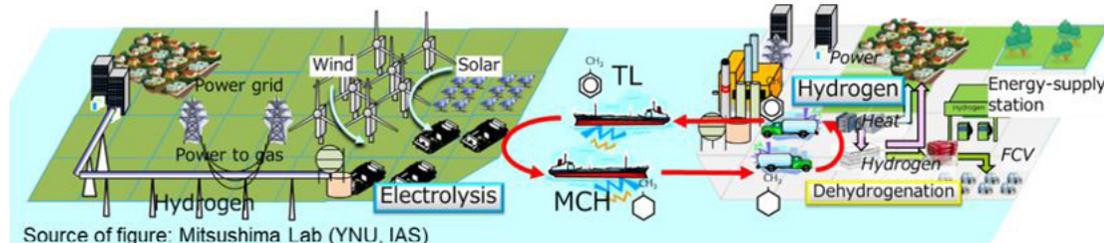
Por otra parte, tenemos los hidruros metálicos, una alternativa que presenta retos en su coste, peso, velocidad de carga y descarga y problemas de ciclabilidad y estabilidad, pero que puede ser una alternativa.

02

Almacenamiento y distribución del hidrógeno

Desarrollo de la tecnología Liquid Organic Hydrogen Carriers

Los líquidos orgánicos (en inglés Liquid Organic Hydrogen Carrier, LOHC) permiten el transporte y uso del hidrógeno a larga distancia donde los otros sistemas no son lo suficientemente competitivos. Para cargar o hidrogenar se requieren típicamente dos etapas: la generación de hidrógeno, preferentemente a partir de electrólisis, y la posterior hidrogenación de un líquido (como puede ser el Tolueno, LOHC-) para formar un compuesto hidrogenado (en este caso Metilciclohexano, LOHC+) con una degradación parcial de energía en forma de calor. En un grupo de investigación de la Universidad de Yokohama se está trabajando en la conversión directa de Toleno en Ciclohexano a escala Laboratorio. Con una colaboración con este grupo, se está trabajando en la caracterización de este proceso, y posterior diseño de un sistema energéticamente integrado para la producción efectiva de energía y en el estudio comparativo con otros sistemas de acumulación y transporte de hidrógeno.



Problemática que resuelve

Transporte de hidrógeno mediante la hidrogenación y deshidrogenación en fluidos orgánicos.

Uso de hidrogenación electroquímica directa en una sola etapa.

Este método, estudiado en la Yokohama National University se encuentra todavía a escala Laboratorio. Estamos haciendo una colaboración para realizar un diseño práctico para aplicaciones a mayor escala y caracterizar sus prestaciones frente a otras alternativas de almacenamiento.

Ámbito de aplicación en mercado

Servicio de centro para colaborar con empresas del sector del transporte y distribución de gases.

Publicaciones principales

- Journal of Power Sources, 554, 232304, 2023. <https://doi.org/10.1016/j.jpowsour.2022.232304>
- Journal of Electroanalytical Chemistry, 938, 117431, 2023. <https://doi.org/10.1016/j.jelechem.2023.117431>

Proyectos relacionados

- Programa de Becas COFUND-Martí-Franquès- URV. Contrato URV 2021MFP-COFUND-16 para la contratación de un becario predoctoral - Almacenamiento de Hidrógeno Verde mediante Portadores de Hidrógeno Orgánico Líquido (LOHC) en sistemas de poligeneración al servicio de Redes Energéticas Inteligentes.
- Margarita Salas Fellowship at col·laboració amb Institute of Advanced Sciences de la Universidad Nacional de Yokohama (YNU).

Niveles



Madurez TRL 4

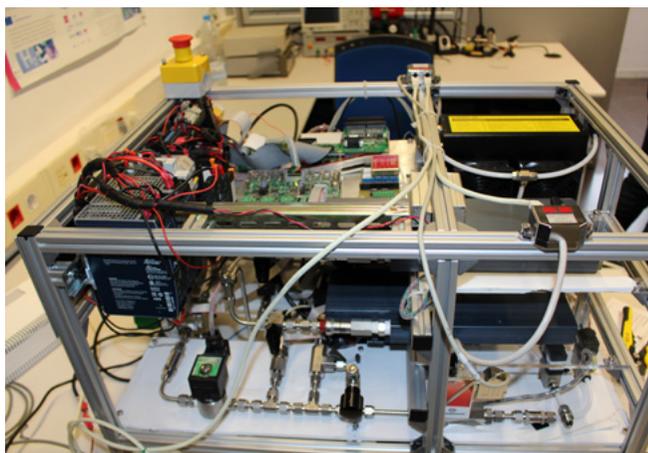


Desarrollo Software y prueba de concepto

Con el apoyo de

Estimación de carga de hidruros metálicos

El almacenamiento de hidrógeno en depósitos de hidruros metálicos presenta la dificultad de saber la cantidad de hidrógeno contenido en los depósitos y, además, no es posible sensorizar el sistema de manera sencilla. En este sentido, hemos desarrollado sistemas de estimación de parámetros en línea que son capaces de inferir el estado de carga sin necesidad de medirla directamente. Estos estimadores son algoritmos basados en modelos y algún dato accesible que permiten conocer la cantidad de hidrógeno del depósito en todo instante de tiempo.



Problemática que resuelve

Modelización térmica esmerada de los procesos de carga y descarga.

Estimación del estado de carga (masa de hidrógeno contenida) en depósitos de hidruros metálicos.

Minimización del número de sensores.

Ámbito de aplicación en mercado

Empresas que desarrollen sistemas de pila de combustible para aplicaciones robóticas, vehículos de interior, barcos, sistemas estacionarios remotos especializados.



Publicaciones principales

- International Journal of Hydrogen Energy, Vol 42, Issue 4, pp: 1949–1961, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2016.10.110>
- International Journal of Hydrogen Energy, Vol 38, Issue 18, pp: 7640-7646, 2013. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2012.11.078>

Proyectos relacionados

- DOVELAR - Control y gestión energética de vehículos eléctricos híbridos basados en pilas de combustible.

Niveles



Madurez
TRL 3



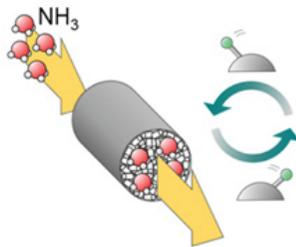
Desarrollo
Prototipo

Con el apoyo de



Sistemas de almacenamiento de NH₃

Se hace uso de adsorbentes sólidos para la captura y almacenamiento a largo plazo de amoníaco gas como carrier de hidrógeno, que pueden ser empleados en combinación con una pila de combustible de amoníaco. Como adsorbente se emplean sales en estado sólido que permiten manipular de forma fácil y segura el amoníaco una vez adsorbido. La desorción se realiza aprovechando el calor que se produce en la propia pila de combustible que utilizará el amoníaco como combustible.



Problemática que resuelve

Almacenamiento de amoníaco que reduce la complejidad y peligrosidad de su almacenamiento y facilita su manipulación y transporte.

Almacenamiento y distribución

Almacenamiento químico

LEITAT
managing technologies

Ámbito de aplicación en mercado

Almacenamiento de amoníaco:

- Sector químico.
- Sector energía
- Sector industrial de producción y consumo de hidrógeno.

Proyectos relacionados

- FUELS-C (GA 101147442)
Desarrollo de sistemas de captura y almacenamiento de amoníaco en matriz sólida.

Niveles



Madurez
TRL 3-4



Desarrollo
Laboratorio



Protección
Registro del conocimiento

Con el apoyo de

Optimización de ciclos catalíticos de hidrogenación/deshidrogenación para portadores de hidrógeno orgánico líquido

Los portadores de hidrógeno orgánico líquido (LOHCs) son moléculas orgánicas que se utilizan para el almacenamiento a largo plazo y el transporte a larga distancia de hidrógeno. Este transporte se realiza en base a un ciclo catalítico de dos pasos: un proceso catalítico de almacenamiento de hidrógeno (hidrogenación) en la molécula de LOHC y un proceso catalítico inverso de liberación de hidrógeno (deshidrogenación). Este hecho permite manipular el hidrógeno en condiciones ambientales y transportarlo de forma más segura. Leitat está llevando a cabo estudios para la optimización de ciclos catalíticos de hidrogenación/deshidrogenación de diferentes moléculas orgánicas utilizando reactores de lote (batch) y de flujo continuo con el fin de elegir a los candidatos más prometedores para el LOHC.



Problemática que resuelve

- Los LOHC permiten una manera más eficiente, eficaz y segura de almacenar hidrógeno al estar líquido a presión atmosférica, contribuyendo a la transición hacia fuentes de energía neutras en emisión dióxido de carbono.
- Baja toxicidad, estabilidad química y facilidad de manipulación y almacenamiento. Pueden almacenarse en infraestructuras petrolíferas existentes en condiciones ambientales sin pérdidas durante el transporte o almacenamiento.
- A diferencia de alternativas, los LOHC no requieren reposición continua de catalizadores.

Proyectos relacionados

- REGENERA (Esp-Misiones-2021, Regenera – Exolum investigación de tecnologías de almacenamiento híbrido y modelos predictivos para transformar las industrias en puntos deslocalizados de gestión de energías renovables. Desarrollo de reactor BES por producción de H₂ (2021-2024).
- NEFERTITI (Horizon 2021, NEFERTITI – Leitat's Projects Blog) desarrollo de un innovador sistema fotocatalítico de alta eficiencia que permita la conversión simultánea de CO₂ y H₂O en combustibles solares (etanol y alcoholes de cadena más larga, como el (iso)*propanol) y proporcione así una alternativa innovadora para transformar el CO₂ en productos valiosos para la energía y el transporte.

Ámbito de aplicación en mercado

- Sector energía y transporte
- Sector industrial de producción y consumo de combustibles

Con el apoyo de



Madurez
TRL 3-6



Desarrollo
Pilotos a
escala de
laboratorio



Protección
Secreto
industrial

02

Almacenamiento y distribución del hidrógeno

Almacenamiento geológico

El hidrógeno se considera un vector energético clave para la transición energética puesto que permite la integración variable de energías renovables proporcionando flexibilidad a la red eléctrica y ayuda a descarbonizar otros sectores principales que tienen una alta demanda de energía, como la industria, el transporte pesado y la construcción.

Las energías renovables, como la eólica y la solar, crecerán en los próximos años y, al ser unas fuentes intermitentes de producción de energía, se requerirán alternativas para cubrir las necesidades de demanda, si las principales rutas de suministro se interrumpen por las estaciones y horarios. Por este motivo, el hidrógeno se presenta como una solución para equilibrar estas fluctuaciones en suministro y, por tanto, se espera que haya una necesidad creciente de opciones de almacenamiento de hidrógeno.

El almacenamiento subterráneo de hidrógeno (UHS, de sus siglas en inglés, Underground Hydrogen Storage) se presenta como una tecnología esencial que tiene unas ventajas respecto a otras alternativas en términos de capacidad y rendimiento. En la situación actual, la mayor parte de la energía todavía se almacena en sitios subterráneos de gas natural.

El almacenamiento subterráneo de hidrógeno presenta similitudes técnicas con el almacenamiento subterráneo de gas natural. Sin embargo, existen diferencias en la forma en que el hidrógeno se comporta en el subsuelo y por tanto puede afectar en temas de seguridad, sostenibilidad y eficiencia. Por este motivo, la implementación de este tipo de almacenamiento requiere resolver distintos retos como son los desafíos geológicos, centrados en procesos geoquímicos y microbianos, la integridad del almacenamiento en temas de inyección y contención segura y eficaz del hidrógeno, el rendimiento, la selección y clasificación del sitio, las instalaciones, la seguridad, inversiones e integración social.

Las principales alternativas de almacenamiento geológico se centran en formaciones subterráneas profundas, como cavernas de sal y rocas, o yacimientos de roca porosa, incluidos campos de gas agotados y acuíferos salinos.

Las sinergias y colaboraciones entre la investigación, la innovación y el desarrollo industrial serán claves para superar los obstáculos todavía existentes.

Modelización geoquímica

Desarrollo de modelos geoquímicos (transporte reactivo) que combinan procesos de flujo, transporte de solutos y reacciones químicas. Los modelos se aplican al estudio de la interacción gas-agua-roca, tanto a escala de Laboratorio como a escala de campo (almacén subterráneo). Permiten una interpretación cuantitativa de los experimentos de Laboratorio (cambios en las composiciones química y mineralógica) y la evaluación de los posibles efectos a nivel de campo.

Problemática que resuelve

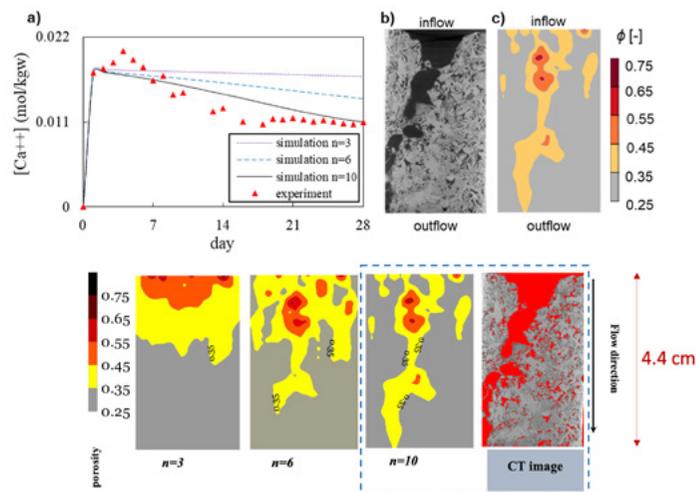
Interpretación cuantitativa de resultados experimentales en términos de propiedades de flujo, transporte y reactividad de las distintas fases minerales.

Evaluación de posibles alteraciones debidas a la interacción gas-agua-roca a escala de campo.

Ámbito de aplicación en mercado

Investigación, industria

Con el apoyo de



Publicaciones principales

- Fernández-Rojo L., Soler J. M., Dávila G., Chaparro M. C., Queralt I., Cama J. (2021) Flow and reaction along the interface between hydrated Portland cement and calcareous rocks during CO₂ injection. Laboratory experiments and modeling. International Journal of Greenhouse Gas Control 108, 103331.
- Dávila G., Cama J., Chaparro M. C., Lothenbach B., Schmitt D., Soler J. M. (2021) Interaction between CO₂-rich acidic water, hydrated Portland cement and sedimentary rocks: Column experiments and reactive transport modeling. Chemical Geology 572, 120122.

Proyectos relacionados

Green-HUGS - Avances para la implantación del almacenamiento subterráneo de hidrógeno para una economía basada en hidrógeno verde: mezcla y reacción. TED2021-129991B-C33.

Niveles



Madurez
TRL Servicio

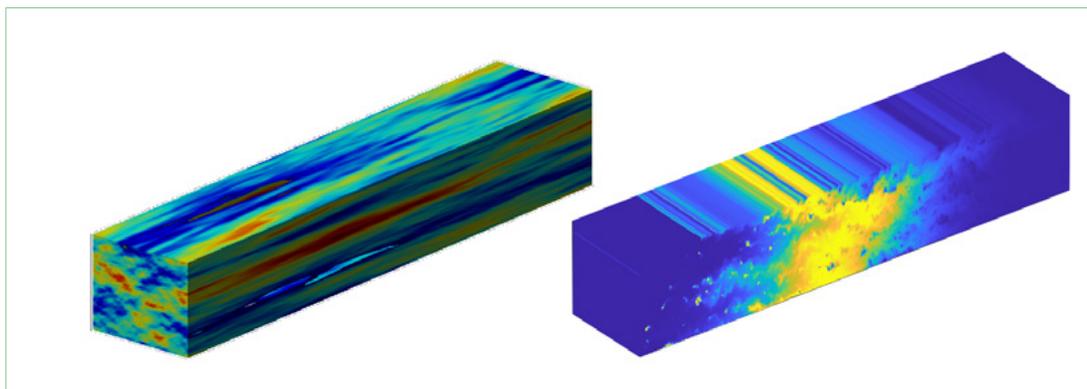


Desarrollo
Software

Modelización de flujo multifásico y transporte



Desarrollo de modelos desde escala de metro a nivel regional de la inyección de hidrógeno en almacenes subterráneos, de la migración en el almacén y de su extracción. Los modelos tienen en cuenta los efectos de la heterogeneidad de la formación geológica y de las fluctuaciones temporales sobre los procesos de mezcla y dispersión. Experiencia en el desarrollo de modelos escalados de transporte.



Problemática que resuelve

Cuantificación de los procesos de mezcla y transporte.

Determinación de la eficiencia del almacenamiento.

Ámbito de aplicación en mercado

Centros de investigación, industria

Publicaciones principales

- Dentz, M., M. Icardi, J. J. Hidalgo, Mechanisms of dispersion in a porous medium, *J. Fluid Mech.*, 841, 851-882, doi:10.1017/jfm.2018.120, 2018.
- Tecklenburg, J., I. Neuweiler, J. Carrera, and M. Dentz, Multi-rate mass transfer model for two- phase flow in highly heterogeneous fractured and porous media, *Adv. Water Resour.* 91, 62–77, 2016.

Proyectos relacionados

- Green-HUGS - Avances para la implantación del almacenamiento subterráneo de hidrógeno para una economía basada en hidrógeno verde: mezcla y reacción. TED2021-129991B-C33.

Niveles



Madurez
Servicio



Desarrollo
Software

Con el apoyo de

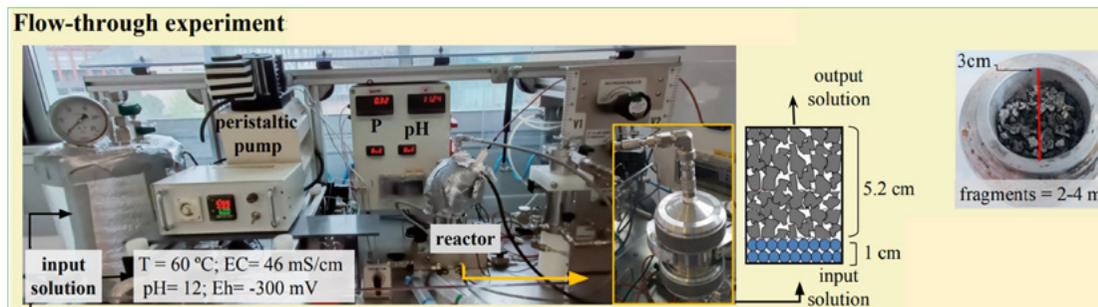
Equipos experimentales a escala Laboratorio para el estudio de procesos geoquímicos (gas disuelto en agua y roca)

Equipos experimentales para realizar experimentos (1) de flujo continuo (columnas y testigos de roca) y (2) de tipo batch (autoclave; material triturado) para estudiar la interacción de hidrógeno disuelto en agua subterránea con la roca de almacenamiento y/o roca sello. Las condiciones de presión y temperatura son de 0.1 MPa a 10-15 MPa y 10-90 °C, respectivamente.

Problemática que resuelve

Investigación (cuantificación) de procesos geoquímicos en la interacción de hidrógeno disuelto en agua subterránea con la roca de almacenamiento y/o la roca sello.

Obtención de datos cinéticos (e.g. velocidades de reacción de disolución de los minerales que componen las rocas) que se incluyen en los modelos de transporte reactivo.



Ámbito de aplicación en mercado

Centros de investigación, industria



Niveles



Madurez
TRL Servicio



Desarrollo
Equipo

Publicaciones principales

Ceballos E., Cama J., Soler J.M., Hidalgo J.J., Dentz M. (2023) The Effect of H₂-equilibrated SO₄-rich groundwater on a marly-limestone caprock. AGU Annual Meeting 2024. San Francisco, USA.

Proyectos relacionados

Green-HUGS - Avances para la implantación del almacenamiento subterráneo de hidrógeno para una economía basada en hidrógeno verde: mezcla y reacción. TED2021-129991B-C33.

Con el apoyo de

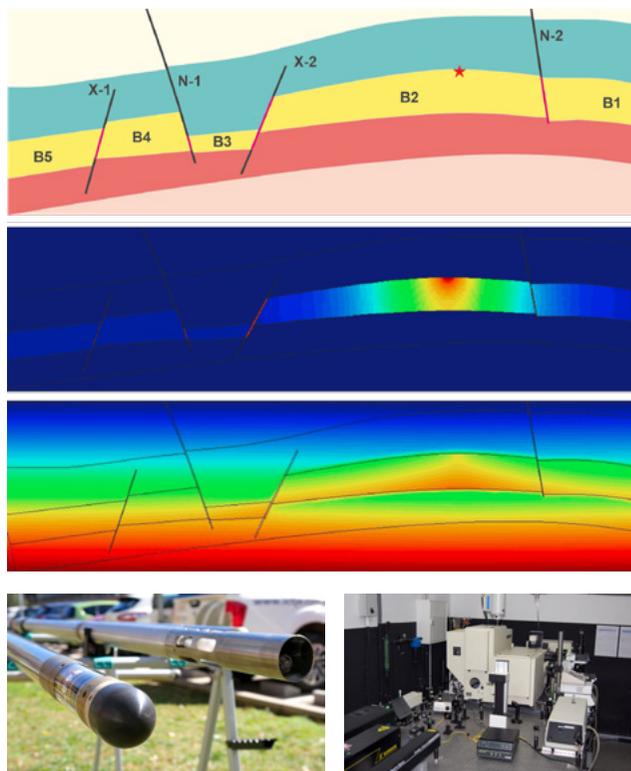


Caracterización integral de reservorios geológicos para el almacenamiento subterráneo de H₂

Caracterización de formaciones geológicas de almacenamiento y sellado de hidrógeno desde el punto de vista mineralógico, petrológico, petrofísico y estructural. Análisis multiescala, desde muestras de roca, testificación en sondeos o adquisición e interpretación geofísica. Selección de formaciones óptimas basadas en técnicas de decisión multicriterio (factores geológicos, económicos y ambientales). Implementación de análisis de riesgos y diseño de planes de monitorización para evaluar y gestionar posibles contingencias asociadas al almacenamiento geológico.

Problemática que resuelve

- Análisis de la capacidad e idoneidad de formaciones geológicas para almacenar hidrógeno
- Gestión y mitigación de riesgos ambientales y operativos con planes de emergencia basados en el análisis exhaustivo de riesgos
- Facilitar la toma de decisiones estratégicas utilizando técnicas MCDM para seleccionar las formaciones más adecuadas.



Ámbito de aplicación en mercado

- Centros de investigación, industria



Publicaciones principales

- Heinemann, N., Alcalde, J., Miocic, J. M., Hangx, S. J., Kallmeyer, J., Ostertag-Henning, C., ... & Rudloff, A. (2021). Enabling large-scale hydrogen storage in porous media—the scientific challenges. *Energy & Environmental Science*, 14(2), 853-864.
- Liu, W., Li, Q., Yang, C., Shi, X., Wan, J., Jurado, M. J., ... & He, Y. (2023). The role of underground salt caverns for large-scale energy storage: A review and prospects. *Energy Storage Materials*, 103045.

Proyectos relacionados

- Safe Underground Hydrogen Storage in Earth Subsurface Reservoirs (SHINE). European Union's Horizon Europe Research and Innovation programme under the Marie Skłodowska-Curie Grant Agreement No. 101073271

Niveles



Madurez Servicio



Desarrollo Equipo y Laboratorio



Protección Registro del conocimiento

Con el apoyo de





Seguridad

El hidrógeno es incoloro, inodoro e insípido, y es de gran importancia conocer sus propiedades y los posibles eventos accidentales asociados a escapes de hidrógeno. Los ingenieros se enfrentan a diferentes retos desde un punto de vista de seguridad en las instalaciones de generación, compresión, almacenamiento y distribución de hidrógeno, así como aquellos fabricantes de equipos y vehículos que utilizan el hidrógeno.

Entre los retos identificados en el almacenamiento y distribución se encuentran desde la definición de distancias de seguridad o la Protección contra explosiones, así como la detección de gases, detección o control de procesos y sistemas de alerta y alarma, entre otros.

Para un adecuado desarrollo (y aceptación social) de proyectos de hidrógeno, debe realizarse un diseño seguro de los equipos e instalaciones, basándose en la gestión de riesgos, ya que, en este momento actual, no existe un despliegue normativo estandarizador.

02

Almacenamiento y distribución del hidrógeno

Sensor de hidrógeno (nanofibras)

La tecnología desarrollada por IREC se ubica en el ámbito del hidrógeno y gases industriales. La tecnología consiste en un nanomaterial (nanotubos de silicio) con propiedades termoeléctricas que, mediante un catalizador, permite determinar la concentración de hidrógeno en atmósfera. La aplicación de más interés para la industria es como sensor de hidrógeno Wireless. Gracias a la capacidad termoeléctrica del material, convierte un diferencial térmico en potencia, que puede alimentar un pequeño circuito electrónico donde almacenar los datos del sensor.

La tecnología se encuentra en un TRIS, y requiere el desarrollo de un piloto para testarlo en un ámbito industrial relevante. Se buscan empresas de tres tipologías: fabricantes de sensores e instrumentos de medición, distribuidores de gases y energía, y grandes ingenierías.

Problemática que resuelve

Dispositivos autoalimentados: sin necesidad de mantenimiento.

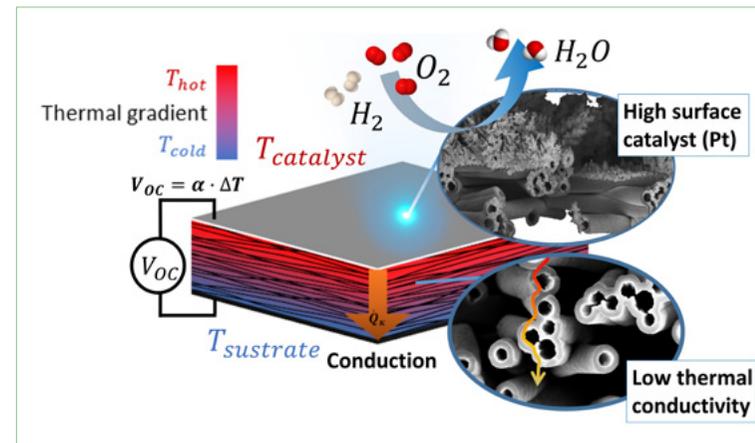
Producción de bajo coste y gran superficie: automatizada y barata.

Material flexible: adaptable al sustrato.

Respetuoso con el medio ambiente: reducción de residuos.

Ámbito de aplicación en mercado

Sector del hidrógeno, en particular con los sensores.



Niveles



Madurez
TRL 4



Protección
Patente

Con el apoyo de



Sistemas de detección de H₂

Se han desarrollado sensores nanoestructurados de estado sólido para la detección selectiva de gases, incluyendo H₂, CH₄, NH₃ y H₂S. Los sensores se instalan en nodos, los cuales se enlazan para formar una red autónoma inalámbrica empleando IoT. Estos sistemas son:

1. Robustos, ya que necesitan aguantar condiciones ambientales que pueden ser extremas.
2. Autónomos, con el fin de minimizar la necesidad de mantenimiento e interacción con los operarios.
3. Inalámbricos (tecnología IoT) con el fin de minimizar el uso de cableado y facilitar su instalación.
4. On-grid/Off-grid: Se está estudiando el uso de baterías para que trabajen independientemente de la red.
5. Competitivos: Son sistemas con un bajo coste de propiedad.

Esta tecnología se ha transferido a la Spin-Off NanoChronia S.L. para su comercialización.



Ámbito de aplicación en mercado

Los productos ofrecidos por NanoChronia se agruparán principalmente en dos familias de sistemas de sensores:

- Amoníaco y metano para uso agrícola; los cuales monitorizarán los niveles de amoníaco dentro de las granjas para asegurar el cumplimiento de la ley, la seguridad de los trabajadores y el bienestar animal.
- Hidrógeno, amoníaco, metano y sulfuro de hidrógeno como sistemas de seguridad en toda la cadena del hidrógeno (producción, almacenamiento, distribución y uso) así como en uso en parques industrial.

Sin embargo, nuestros sistemas multi-sensor se pueden configurar según las necesidades del cliente.

Almacenamiento y distribución



UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

Problemática que resuelve

La detección selectiva de hidrógeno a niveles inferiores al LEL, de manera efectiva, rápida y económica.

- Sensibilidad y selectividad suficientes para la detección no sólo de fugas, pero también de emisiones fugitivas de H₂.

Publicaciones principales

- ACS Appl. Mater. Interfaces 2016, 8, 16, 10413–10421 <https://doi.org/10.1021/acsami.6b00773>
- Sensors Actuators B: Chemical, 229, 1–6. <https://doi.org/10.1016/j.snb.2016.01.081>

Proyectos relacionados

- NANOENWIRE (PDC2022-133967-I00) para desarrollar un sistema de detección de gases empleando nanomateriales 2D.
- H2SAFE (TED2021-131442B-C31) para el desarrollo de sensores de gases para la detección de Hidrógeno.

Seguridad

Niveles



Madurez
TRL 5



Desarrollo
Spin-off



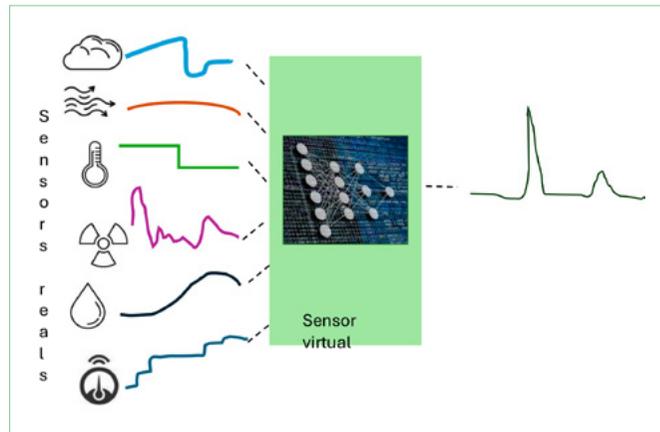
Protección
Patentes
y marca
registrada

Con el apoyo de

Sensores virtuales

Uso de técnicas de análisis de datos y aprendizaje automático (machine learning) para la obtención indirecta de una magnitud a partir de las medidas obtenidas de otras magnitudes relacionadas o bien que contienen errores o gaps de datos.

En el caso del H₂, se pueden aplicar para predecir los caudales H₂, la composición, la pureza, la temperatura o la presión en función de variables de entrada como las características de la materia prima, las condiciones del proceso y las entradas de energía. También para estimar el estado y el rendimiento de los sistemas de almacenamiento de H₂. Para las pilas de combustible, los sensores virtuales pueden estimar el rendimiento y la salud de los sistemas de pilas de combustible, predecir parámetros como la tasa de consumo de H₂, el voltaje de la celda, la temperatura, la humedad o la salida de energía en función de entradas como el caudal H₂, el suministro de aire, las condiciones de funcionamiento y las características de la celda.



Problemática que resuelve

Aumenta la visibilidad del proceso con nuevas variables.

Reduce las inversiones en equipamientos de medida costosos.

Ámbito de aplicación en mercado

Generación, distribución y uso de H₂: Monitorización del proceso, generación de alarmas y ayuda a la toma de decisiones.



Publicaciones principales

- Virtual Sensors for Smart Data Generation and Processing in AI-Driven Industrial Applications. DOI: [10.5772/intechopen.106988](https://doi.org/10.5772/intechopen.106988)

Proyectos relacionados

- PORTS4ALL – Mejora medioambiental y marina a través de la combinación de sistemas inteligentes y de regeneración de ecosistemas.

Niveles



Madurez
TRL 5-7



Desarrollo
Planta piloto



Protección
Protección industrial

Con el apoyo de



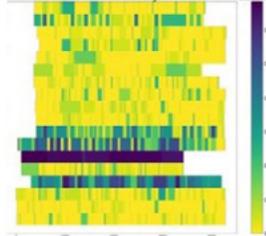
Detección de fugas y otras anomalías con IA

Ante la imposibilidad de sensorizar todos los puntos de una instalación, la detección de fugas o anomalías en sistemas de producción, almacenamiento y uso de H₂ mediante el uso de técnicas de inteligencia artificial utiliza las medidas disponibles en ciertos nodos de la red para inferir si existe una fuga o pérdida en algún punto de la red en el que no existe un equipamiento de medida. Se pueden estimar los niveles de concentración de H₂, los diferenciales de presión u otros parámetros relevantes para detectar y localizar posibles fugas o peligros de seguridad.

Detecció d'anomalies amb IA



Opció 1



Opció 2

Problemàtica que resuelve

Monitorización de redes extensas con puntos de medida discretos.

Localización de problemas en zonas no accesibles.

Mejora del tiempo de reacción para localizar y solucionar averías o funcionamientos inadecuados.

Àmbito de aplicació en mercat

Transporte y almacenamiento de H₂: Monitorización continua por detección precoz de condiciones anómalas.



Proyectos relacionados

- RIS3CAT UTILITIES 4.0 – SENIX – Sensorización e inspección de redes.

Niveles



Madurez
TRL 3-4



Desarrollo
Prueba de concepto

Con el apoyo de



Sensores de gases para la detección de impurezas, control de procesos, y seguridad de almacenamiento, distribución y transporte

Desarrollo e integración de sensores en la cadena de valor de producción y almacenamiento de H₂. Estos sensores permiten la detección de impurezas (O₂, N₂ o CO₂ en hidrógeno producido) permitiendo ajustes inmediatos en el proceso de producción así como un control de calidad en continuo. La detección de fugas e integridad de los materiales puede ayudar a la seguridad y eficacia tanto en durante los procesos de producción como de almacenamiento y distribución de H₂.

Problemática que resuelve

- Monitorización de H₂ y otros gases para optimizar el rendimiento y/o fugas online.
- Mejorar la eficiencia operativa, puesto que permite monitorizar y ajustar procesos en tiempo reales así como la detección/alerta de los riesgos asociados.
- Mejora de la seguridad durante las etapas de producción, almacenamiento y distribución.
- Asegura el cumplimiento de las normativas según estándares de seguridad y calidad.



Ámbito de aplicación en mercado

- Ofrecer tecnologías de reactores químicos/bio compactos para disolver carbono en fases acuosas y producir H₂, por ejemplo en industrias que generan CO₂, podemos.
- Empresas encargadas del almacenamiento y distribución de H₂.



Publicaciones principales

- EG SanVicente, C Hennemann, J Disser, et. al. 2023 IEEE SENSORS, 1-4.

Proyectos relacionados

- INSPECTOR: El proyecto tiene como objetivo desarrollar herramientas y tecnologías para automatizar la gestión de operación, mantenimiento e inspección en instalaciones complejas y autónomas de distintos campos de la industria. Específicamente, Leitat desarrolló un sensor electroquímico por la monitorización de aire, integrado en el sistema de distribución de climatización.

Niveles



Madurez
TRL 3-4



Desarrollo
Piloto a nivel
de laboratorio

Con el apoyo de





03

Uso del hidrógeno como fuente de energía



La condición del hidrógeno como vector energético y su alta versatilidad le otorga la aptitud para situarse como una herramienta clave para la integración de los distintos sectores energéticos (eléctrico y gasista). En el sector eléctrico, el hidrógeno verde permite una mayor facilidad de gestión de la red eléctrica absorbiendo los vertidos de la electricidad renovable no consumida cuando se produce. El hidrógeno ofrece gran amplitud al operador del sistema eléctrico tanto para ofrecer resiliencia como para ofrecer flexibilidad a gran escala. Por este motivo, el hidrógeno renovable en el sector transporte se materializa en el uso de pilas de combustible de hidrógeno, que son dispositivos en los que se realiza un proceso inverso al realizado por los electrolicadores, es decir, utilizan el hidrógeno producido a partir de fuentes renovables para generar electricidad, que aporta la energía eléctrica para movilizar a los vehículos eléctricos de pila de combustible.

En el sector gasista, el hidrógeno verde ofrece la posibilidad de ser incorporado paulatinamente a la red gasista, permitiendo hacer uso de las infraestructuras, y aumentando la integración de los sectores energéticos. El objetivo principal es investigar y desarrollar tecnologías avanzadas de pilas de combustible para una producción de energía eléctrica de bajo coste, así como tecnologías avanzadas que permitan la inyección directa de hidrógeno para generar energía calorífica en procesos industriales.



03

Uso del hidrógeno como fuente de energía

Pila de combustible

En la industria del transporte, el coche de pila de combustible de hidrógeno, que transforma electroquímicamente la energía química directamente en electricidad, se está convirtiendo en una alternativa en determinadas áreas como es en el transporte pesado para la descarbonización de este sector. Esto es debido a que resuelve algunos de los retos que presenta el vehículo eléctrico de batería como son una rápida carga y una elevada autonomía.

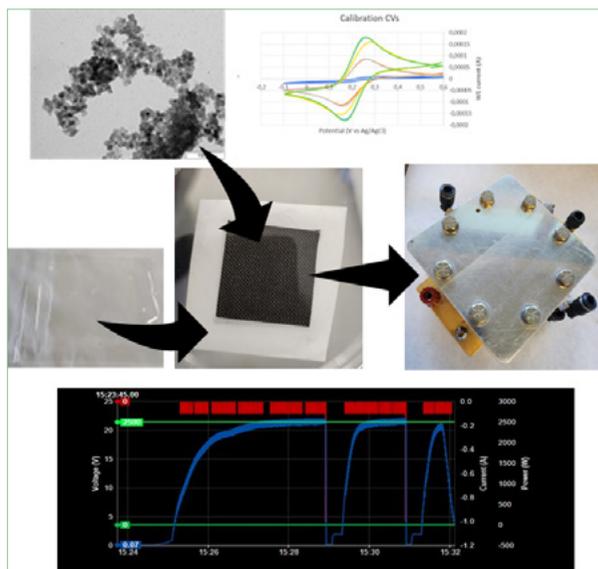
Existen diferentes tipos de pilas de combustible de hidrógeno como son: pilas de combustible de membrana de intercambio de protones (PEMFC), pilas de combustibles de óxido sólido (SOFC), pilas de combustible de ácido fosfórico (PAFC), pilas de combustible alcalinas (AFC), los combustibles de carbonato fundido (MCFC), entre otros.

Estas tecnologías se presentan como una opción de transporte sostenible, pero más allá del transporte, pueden jugar un papel muy importante en la red eléctrica, ayudando a solventar el problema de la producción intermitente de electricidad mediante fuente renovables. No obstante, presentan retos que tendrán que ser resueltos para un escalado e implementación real donde la innovación y el desarrollo tecnológico serán imprescindibles.

Laboratorio de desarrollo y testeo de tecnología PEM



Las capacidades tecnológicas del Laboratorio consisten en desarrollo y fabricación de los componentes de electrolizadores y pilas de combustible (catalizadores, membranas, MEA, placas bipolares, Prototipo). Además, se pueden caracterizar todos materiales mencionados por técnicas electroquímicas in situ o ex situ utilizando el equipamiento de estado del arte. Disponemos de un banco de pruebas de pilas de combustible, que permite controlar y medir (a) los flujos de hidrógeno y de aire, (b) presiones, (c) la temperatura de alimentación de la pila de combustible/gas, (d) la humedad relativa de alimentación de gas, y (e) la tensión, corriente y potencia. La evaluación y caracterización de funcionamiento de pila de combustible PEM llegando a 10 y 300W, incluye a 2.5kW en caso de un stack, y de electrolizador PEM a 10W y 100W incluyendo ensayos de larga duración.



Problemática que resuelve

El desarrollo de componentes de tecnologías PEM que reducen el coste de implementación.

Eurecat cuenta con un Laboratorio de testeo de tecnología PEM de las pilas de combustible y electrolizadores.

Ámbito de aplicación en mercado

Empresas de desarrollo e implementación de electrolizadores y pilas de combustible.

Publicaciones principales

- Química de Materiales, V 30, p: 1799-1807, 2018 <https://doi.org/10.1021/acs.chemmater.8b00290>.
- Membranas, V 10, (355), 2020 <https://doi.org/10.3390/membranes10110355>.

Proyectos relacionados

- GreenH2 - Integración sostenible de Green-H2 para aplicaciones químicas y energéticas.
- FORMPLATE - Innovación en materiales, diseño y fabricación de placas bipolares de pila de combustible PEM de alto rendimiento y durabilidad.

Niveles



Madurez
TRL 3-5



Desarrollo
Equipo



Protección
Secreto
industrial

Con el apoyo de



Membranas y electrodos impresos

Tecnología diferencial desarrollada por EURECAT para la preparación de componentes y membranas electrodo asambleas (MEA) para procesos de impresión a gran escala. Como resultado de la tecnología se han desarrollado: a) nuevas membranas composites basadas en ionómeros de membrana, de bajo coste, compatibles con la preparación de catalyst coated membranas (CCM) o catalyst coated substrates (CCS); y b) nuevos electrodos conductores impresos para la preparación de MEAs 100% impresas o parcialmente impresas (eg. sólo cátodo).



Problemática que resuelve

Proceso total de fabricación avanzada de membranas CCM o CCS y electrodos y platos conductores para la preparación de Membrane Electrode Assemblies (MEAs).

Las metodologías escalables de impresión y recubrimiento de áreas grandes permiten reducir los costes de fabricación del MEA en diez veces.

Ámbito de aplicación en mercado

Electrolizadores y pilas de combustible.

Salud e- sensores autónomos.



Proyectos relacionados

- eSCALED – HEU-ITN: European School on Artificial Leaf: Electrodes Devices.
- AGAUR PROD 00203 - Low cost, lightweight, high performance membrane electrode assemblies for hydrogen powered vehicles.

Niveles



Madurez
TRL 3



Desarrollo
Fully printed
MEA



Protecciónn
Patente

Con el apoyo de



Diseño de placas bipolares fabricadas con distintas tecnologías

Diseño de placas bipolares para electrolizadores y pilas de combustible de hidrógeno, teniendo en cuenta aspectos como la selección de materiales y el proceso de fabricación, la estanqueidad del conjunto y el montaje del sistema, entre otros. Posibilidad de asistir al diseño mediante simulación MEF a nivel mecánico, para asegurar la estabilidad estructural del conjunto una vez montado.



Problemática que resuelve

Diseño y validación de placas bipolares como elemento clave en electrolizadores y pilas de combustible.

Diseño para la fabricación con diferentes tecnologías, por ejemplo, mecanizado convencional o procesos de estampación.

Ámbito de aplicación en mercado

Industria en general, toda la que pueda incorporar pilas de combustible o electrolizadores en algún punto del proceso (energía, automoción, construcción...).



Publicaciones principales

- 15th Mediterranean Congress of Chemical Engineering, 2023. <https://doi.org/10.48158/MeCCE-15.T5-P-04>

Proyectos relacionados

- FormPlate - Innovation in materials, design and manufacture of high-performance and durable PEM fuel cell bipolar plates.
- Traça GREEN H2 - Sustainable Integration of green-H2 for chemical and energy applications.

Niveles



Madurez
TRL 4



Desarrollo
Prototipo



Protección
Secreto industrial

Con el apoyo de

Recubrimientos técnicos para pilas de combustible y electrolizadores

Desarrollo y aplicación de recubrimientos técnicos obtenidos mediante tecnologías de evaporación física en fase vapor (PVD, Physical Vapor Deposition) para la Protección de placas bipolares metálicas de pilas de combustible y electrolizadores. Asesoramiento a empresas fabricantes de pilas de combustible, electrolizadores o de placas bipolares en la selección del tipo y tecnología de recubrimiento.

Caracterización de las propiedades microestructurales, morfológicas, químicas (resistencia a la corrosión) y eléctricas (medida de resistencia interfacial de contacto, ICR) de las placas bipolares recubiertas.



Problemática que resuelve

Mejora de la durabilidad de las pilas de combustible y electrolizadores.

Mejora del rendimiento de las pilas de combustible y electrolizadores.

Ámbito de aplicación en mercado

Pilas de combustible de hidrógeno y electrolizadores. Generación de energía, electromovilidad.

Publicaciones principales

- Desarrollo y caracterización de recubrimientos PVD de carburo de cromo para la Protección de placas bipolares metálicas de pila de combustible PEM. R. Bonet, J. Orrit-Prat, S. Molas, A. Concustell, M. Bahillo, J. Caro. 15º Congreso Mediterráneo de Ingeniería Química (MeCCE-15), Barcelona (España), 30 de mayo-2 de junio (2023).
- Desarrollo y caracterización de recubrimientos PVD a base de cromo para la Protección de placas bipolares de acero inoxidable para pilas de combustible PEM. R. Bonet, J. Orrit-Prat, S. Molas, A. Concustell, M. Bahillo, J. Caro. Reunión de la Unión Internacional de Película Delgada de Plasma (PLATHINIUM), Antibes (Francia), 11-15 de septiembre (2023).

Proyectos relacionados

- INNPLÁGENO: Innovación en tecnologías de fabricación y recubrimiento para optimizar el rendimiento de placas de baterías bipolares de membrana polimérica y pila de combustible de hidrógeno.
- GreenH2: Integración sostenible de Green-H2 para aplicaciones químicas y energéticas.

Niveles



Madurez
TRL 7



Desarrollo
Prototipo



Protección
Registro del
conocimiento

Con el apoyo de

Controladores para pilas de combustible

La operación óptima y duradera de pilas de combustible es un problema difícil. Además, en aplicaciones tan interesantes como la automoción, el régimen y las condiciones de operación cambian de manera constante y abrupta y es necesario adaptar el sistema a las nuevas condiciones continuamente. Aparte de estos problemas, hay que garantizar la seguridad y fiabilidad del sistema. Este control del sistema se hace más difícil por el hecho de que no es posible medir algunas variables internas críticas, como por ejemplo, la humedad. En el grupo SAC hace muchos años que desarrollamos modelos, sistemas de control y algoritmos de estimación para pilas de combustible de diferentes tecnologías.



Problemática que resuelve

Modelado dinámico de sistemas de pila de combustible PEM y SOFC.

Diseño de controladores para pilas PEM.

Diseño de controladores para pilas SOFC.

Estimación de parámetros en pilas PEM y SOFC.

Ámbito de aplicación en mercado

Empresas de retrofit de vehículos, empresas de vehículos de pila de combustible, empresas de manufactura de pilas de combustible, empresas instaladoras de pilas de combustible o de instalación de microrredes, compañías eléctricas interesadas en almacenar energía en forma de hidrógeno.



Publicaciones principales

- Journal of Power Sources, Vol. 492, pp: 229641, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.jpowsour.2021.229641>
- IEEE Industrial Electronics, Vol. 64, Issue 8, pp: 6649-6659, 2017. [10.1109/TIE.2017.2682787](https://doi.org/10.1109/TIE.2017.2682787)

Proyectos relacionados

- HyBCN - Study and development of a high efficient HYdrogen storage system Based on solid oxide Cells and reNewable energy sources.
- PUMA-MIND- Innovative cost improvements for balance of plant components of automotive PEMFC Systems.

Niveles



Madurez
TRL 5



Desarrollo
Prototipo

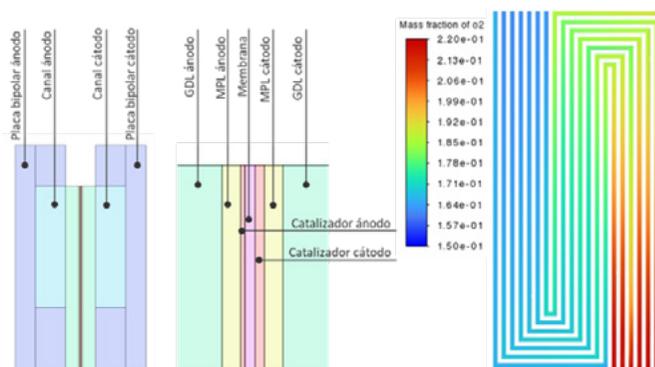
Con el apoyo de



Simulación CFD, térmica y electroquímica de electrolizadores y pilas

Simulación CFD, térmica y electroquímica acoplada realizada con el software comercial Ansys Fluent del funcionamiento de una monocelda de electrolizador o pila de combustible de hidrógeno. La simulación tridimensional incluye todas las capas internas (membrana, catalizadores, MPL, GDL), las placas bipolares y los colectores eléctricos. Permite obtener resultados del comportamiento eléctrico, térmico, fluidodinámico y de cinética química, y, por lo tanto, generar la curva de polarización.

Se dispone de experiencia en la simulación fluidodinámica y mecánica de placas bipolares y también de simulación electroquímica de pilas tipo PEM, a través de diferentes colaboraciones.



Problemática que resuelve

- Permite obtener una reproducción virtual de la monocelda y predecir su comportamiento a nivel fluidodinámico, térmico y químico.
- Permite apoyar las tareas de diseño de electrolizadores y pilas de combustible.

Ámbito de aplicación en mercado

Industria en general, toda la que pueda incorporar pilas de combustible o electrolizadores en algún punto del proceso (energía, automoción, construcción...).

Publicaciones principales

- 15º Congreso Mediterráneo de Ingeniería Química, 2023 <https://doi.org/10.48158/MeCCE-15.T5-P-04>

Proyectos relacionados

- FormPlate - Innovación en materiales, diseño y fabricación de placas bipolares de pila de combustible PEM de alto rendimiento y durabilidad.
- Traça GREEN H2 - Integración sostenible de Green-H2 para aplicaciones químicas y energéticas.

Niveles



Madurez
Servicio



Desarrollo
Simuladores



Protección
Registro de
conocimiento

Con el apoyo de

Geometrías complejas cerámicas con 3D Printing

Esta solución resuelve la limitación de la tecnología de fabricación industrial cerámica, limitada a láminas de fundición en cinta y formas extruidas, lo que limita las geometrías de los dispositivos SOC y, por lo tanto, su rendimiento. Elimina el uso de sellos y placas de interconexión (los principales puntos de falla), permite el control de gradientes de porosidad y una variedad de materiales en un mismo producto. La pila de combustible cerámica integrará todos los elementos de una SOFC en una estructura monolítica que requiere geometrías complejas que solo se pueden obtener mediante impresión 3D. Estas geometrías no existen actualmente en el campo de la impresión 3D cerámica. Este método supera una serie de problemas técnicos relacionados con las máquinas de impresión 3D y los lodos cerámicos.



Problemática que resuelve

Estructuras complejas factibles, mejorando el rendimiento.

Piezas cerámicas monolíticas, sin fugas.

Reduce el desperdicio de materias primas críticas.

Reduce el costo del producto final.

Ámbito de aplicación en mercado

Industria energética relacionada con dispositivos de alta temperatura.



Publicaciones principales

- Journal of the European Ceramic Society V 39, p-9-16. DOI:10.1016/j.jeurceramsoc.2017.11.03.

Proyectos relacionados

- REGENERA: H2B2 will research new water electrolysis technologies to produce hydrogen. The goal is to look for processes and technologies that allow hydrogen production with lower electricity consumption while taking advantage of waste heat from industry and renewable sources.
- AD-GRHID: El proyecto Ad-Grhid tiene como objetivos principales la mejora de la densidad energética del almacenamiento, la disminución de coste de capital de electrolizadores de óxido sólido, el incremento de la eficiencia energética y la continuidad de suministro de servicios de microrredes a redes de distribución mediante energía renovable.

Niveles



Madurez
TRL 3



Desarrollo
Prototipo



Protección
Patente

Con el apoyo de



Celdas electroquímicas cerámicas con 3D Printing

Esta tecnología de impresión 3D es capaz de fabricar pilas SOFC plug and play personalizadas en un solo paso. Redefine el paradigma de fabricación de las SOFC, permitiendo la fabricación sencilla de dichos dispositivos mediante la fusión de más de 60 pasos en uno solo mediante la impresión capa por capa de materiales activos consecutivos para generar pilas de combustible directamente apiladas una sobre la otra. Hace uso de tecnologías de fabricación aditiva que abren las posibilidades de los diseños SOFC a una forma casi libre, lo que aumenta la flexibilidad del proceso de fabricación y amplía la gama de aplicaciones debido a la fácil personalización del producto incluso para el sector portátil / de transporte (inaccesible hasta ahora). Además, esta tecnología permite la fabricación de SOFC sin juntas, eliminando el punto más débil de la tecnología actual, aumentando así su durabilidad. El desarrollo de esta “tabletop factory” para fabricar dispositivos basados en SOFC, representa una reducción de costes de más del 60% por kW junto con una reducción de la inversión inicial requerida en hasta un orden de magnitud.



Problemática que resuelve

Método de fabricación simplificado.

Minimización de las fugas de gas a través de puntos estructurales débiles.

Reduce el desperdicio de materias primas.

Reduce el costo total.

Ámbito de aplicación en mercado

Industria portátil o de transporte y celdas de óxido de sólido de alta presión.



Publicaciones principales

- Electrochimica Acta V 467, p-143074-143080. DOI:10.1016/j.electacta.2023.143074
- Journal of Materials Chemistry A V 8, p-16926-16932. DOI:10.1039/d0ta02803g

Proyectos relacionados

- HyP3D-Hydrogen Production in Pressurized 3D-Printed Solid Oxide Electrolysis Stacks.
- SIMPEL-Simulation assisted optimization of high Pressure solid oxide Electrolysis Cells.

Niveles



Madurez
TRL 8



Desarrollo
Prototipo

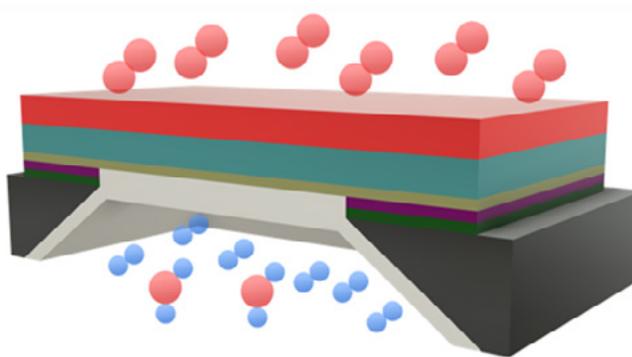
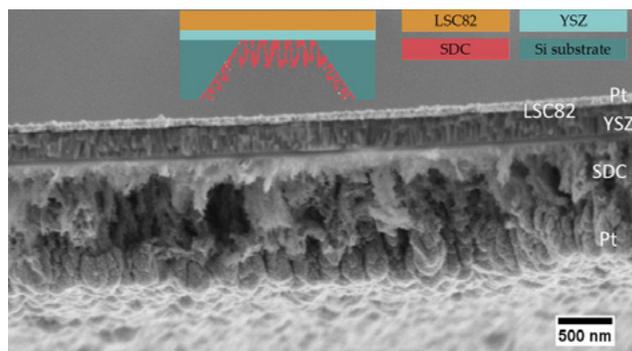


Protección
Patente

Con el apoyo de

Electrolizador/SOFC compacto basado en thin films

Esta tecnología es una celda de electrólisis de óxido sólido (SOEC) reversible de película delgada. El uso de la tecnología de película delgada ($< 1\mu\text{m}$) representa una innovación tecnológica impulsada por fenómenos a nanoescala. El factor diferenciador más destacable se basa en el uso de nanocapas que, (i) reducen el volumen de la pila de electrolizadores, (ii) aumentan la densidad de energía y la unidad de área, (iii) requieren menos cantidades de Materias Primas Críticas (CRMs, 0,05 kg/kW); y (iv) mejoran la eficiencia P2G (95%) en comparación con otros electrolizadores. Además, otra ventaja del uso de capas finas es que la temperatura de funcionamiento de los SOEC se reduce, en concreto, la temperatura de funcionamiento se reduce hasta los 200 °C (comúnmente el rango de temperatura de funcionamiento de los SOEC está entre 700 °C – 800°C). La tecnología propuesta aumenta la durabilidad (en comparación con otras tecnologías SOEC) a bajo costo. Esta tecnología se fabrica utilizando técnicas de microfabricación convencionales. Por lo tanto, se garantiza el bajo costo y la producción a gran escala.



Problemática que resuelve

- Bajo contenido de materias primas críticas (<99%).
- Alto rendimiento y bajo costo de fabricación gracias a la microelectrónica.
- Módulos electrolizadores reversibles ultracompactos.
- Convertir la energía eléctrica en H₂ a altas densidades, baja T.
- Respuesta más rápida y es capaz de trabajar bajo presión.

Proyectos relacionados

- EPISTORE – Thin Film Reversible Solid Oxide Cells for Ultracompact Electrical Energy Storage.

Niveles



Madurez
TRL 3



Desarrollo
Laboratorio



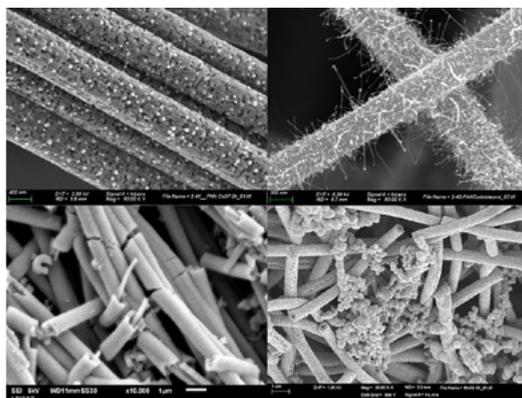
Protección
Patente

Con el apoyo de

Desarrollo de nanocatalizadores y electrodos para la producción de hidrógeno y para uso en pilas de combustible



Fabricación, modificación y caracterización fisicoquímica de nanocatalizadores y electrodos: nanofibras de carbono (films), nanorodos de perovskitas, nanomateriales metálicos y óxidos metálicos. Obtención a partir de procesos de química húmeda (electrospinning, co-precipitación, sol-gel, solvothermal, etc.). Caracterización de los nanomateriales obtenidos para estudiar morfología y tamaño (HRSEM-EDS, TEM, DLS, Mastersizer), composición (XRD, ICP-MS, análisis elementales, Raman, XPS), conductividad eléctrica, porosidad (BET, porosimetría), estabilidad térmica (TGA-DSC), etc.



Problemática que resuelve

Los nuevos nanomateriales fabricados permiten:

- Utilización de electrodos y nanocatalizadores activos basados en materiales abundantes en la corteza Terrestre, reduciendo/eliminando el uso de materiales basados en critical raw materials (CRM).
- Obtención de nanocatalizadores con elevada área superficial y, por tanto, mayor actividad catalítica.

Además, el uso de las nanofibras de carbono permite:

- Uso directo de los films como electrodos, evitando el uso de un polímero, disolvente y un proceso de recubrimiento (deposición + secado). Por tanto, disminución en los costes de producción.
- Producción de nanopartículas no aglomeradas distribuidas homogéneamente sobre las nanofibras de carbono, con una elevada área superficial y nanoporosidad. Esto es beneficioso por su actividad catalítica y permite que las nanopartículas estén soportadas sobre un soporte conductor.
- El proceso de electrospinning es escalable y fácilmente modificable por la obtención de diferentes tipos de nanocatalizadores y electrodos.
- Posibilidad de realizar el proceso más sostenible con uso de lignina como fuente de carbono.

Ámbito de aplicación en mercado

Catalizadores y electrodos en:

- Sector energía
- Sector industrial de producción y consumo de hidrógeno.
- Sector químico.

Publicaciones principales

- Arpita Nandy, et. al. Influence of carbon-based cathodes on biofilm composition and electrochemical performance in soil microbial fuel cells, *Environmental Science and Ecotechnology*, 2023, 16, 100276.
- Sandra Martinez-Crespiera, et. al. Non-precious metal doped carbon nanofiber air cathode for Microbial Fuel Cells application: oxygen reduction reaction characterization and long-term validation, *Electrochimica Acta*, 2017, 228, 380.

Proyectos relacionados

- STACKAEM: (Projecte Nacional CPP2022) 2023-2026 <https://projects.leitat.org/home/inicia-el-proyecto-stackaem/> “Desarrollo y optimización de los componentes de un electrolizador AEM de alta eficiencia”.
- X-SEED: (EU project No 101137701, HORIZON-JTI-CLEANH2-2023-01-01, 2023-2027, <https://cordis.europa.eu/project/id/101137701>) “eXperimental Supercritical EElectrolyser Development”.

Niveles



Madurez
TRL 3-5



Desarrollo
Prototipo



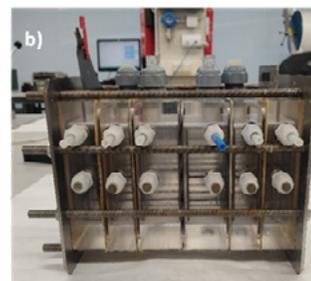
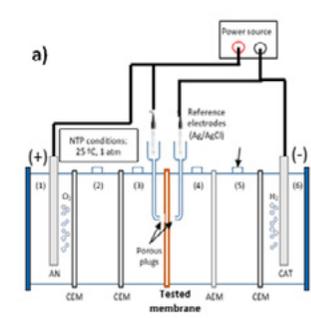
Protección
Secreto
industrial

Con el apoyo de



Desarrollo de membranas poliméricas para la generación y uso de H₂ en electrolizadores y pilas de combustible

Para la generación y uso de H₂ en electrolizadores/pilas de combustible se utilizan normalmente membranas PEM densas con cargas iónicas. La membrana de intercambio iónico se fabrica aplicándola en forma de lámina sobre tejidos de refuerzo sintéticos como el polipropileno y el tejido de poliéster. El rendimiento de las membranas se ajusta mediante la sustitución del polímero base por grupos ácidos de conductividad eléctrica. Las propiedades de la membrana se caracterizan por medir la resistencia eléctrica y la permselectividad de la membrana mediante soluciones salinas conductoras. La morfología de la membrana se analiza mediante microscopía electrónica de barrido (SEM). El análisis de la composición química de las membranas se realizará mediante espectroscopia infrarroja por transformada de Fourier (FTIR).



Problemática que resuelve

Actualmente, todas las tecnologías de hidrógeno basadas en PEM se basan en ionómeros basados en ácido sulfónico perfluorado (PFSA), que es una preocupación creciente puesto que estas sustancias presentan peligros para la salud y el medio ambiente. Se necesitan membranas de intercambio de protones no fluorados con prestaciones, durabilidad y eficiencia similares.

Ámbito de aplicación en mercado

Membranas:

- Sector energía
- Sector industrial de producción y consumo de hidrógeno.

Proyectos relacionados

Vivaldi: (EU 10100044) Reactor BES para recuperar N-NH₄⁺ de las aguas residuales en forma de fertilizante líquido (salto de N-NH₄⁺). Desarrollo de membranas poliméricas de intercambio catiónico con alta selectividad hacia el catión NH₄⁺.

Niveles



Madurez
2-5



Desarrollo
Prototipo



Protección
Patente
prevista

Fabricación aditiva de electrodos y sistemas auxiliares



El área de fabricación aditiva de LEITAT se especializa en dos unidades de investigación, cada una de ellas aporta conocimientos clave en el sector del hidrógeno. Por una parte, la unidad de Materiales y Procesos contempla las siguientes capacidades:

- Fabricación aditiva de componentes (metal, polímero, cerámicos).
- Optimización y control de proceso para la obtención de propiedades a medida.
- Herramientas de monitorización y IA aplicada a la detección de defectos de proceso.
- Integración de nuevos materiales de interés en procesos de fabricación aditiva.

Por otra parte, la unidad de Diseño e Ingeniería tiene competencias en las siguientes áreas de conocimiento:

- Diseño generativo sobre requerimientos.
- Desarrollo de aplicaciones industriales avanzadas.
- Simulación termomecánica y diseño basado en simulación.
- Optimización topológica por la reducción de peso, integración de componentes, etc.
- Digitalización e ingeniería inversa.



Con el apoyo de



Problemática que resuelve

- Incremento de la eficiencia: la complejidad geométrica alcanzable mediante FA, junto con los beneficios asociados a la reducción de peso, permiten en muchas ocasiones una mejora de eficiencia en los componentes del sector del hidrógeno. Por ejemplo, la gran superficie por volumen de geometrías consistentes en estructuras 3D es beneficiosa para aplicaciones como un disipador del calor de las celdas de hidrógeno.
- Integración y funcionalización de componentes: la posibilidad de escoger las propiedades de una pieza en sus regiones permite la integración de varios componentes en uno solo. También permite considerar sacarle beneficio de ciertas propiedades funcionales a algunas zonas. Los gradientes de porosidad que pueden obtenerse mediante FA son de interés para la producción, entre otros, de placas bipolares, placas porosas de transporte o sustratos metálicos en celdas MSFC.
- Reducción de la complejidad o tiempo de proceso: la fabricación aditiva puede convertirse en altamente competitiva en aplicaciones donde el número de procesos necesarios o su complejidad es muy elevada, proveyendo una opción directa y sencilla. De nuevo, a modo de ejemplo, la tecnología de fabricación Binder Jetting, permite la deposición de materiales capa a capa y posterior sinterizado conjunto, las diferentes necesidades de cada capa en las celdas electroquímicas podrían ser resueltas en un único proceso multi-material gracias a esta tecnología.

Publicaciones principales

- Sergi Bafaluy Ojea, Jordina Torrents-Barrena, María Teresa Pérez-Prado, Rocío Muñoz Moreno, Federico Sket, Binder jet green parts microstructure: advanced quantitative analysis, *Journal of Materials Research and Technology*, 23, 2023, 3974-3986, ISSN 2238-7854, <https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2023.02.051>.
- P. Castejón, M. Antunes, D. Arencón, Development of Inorganic Particle-Filled Polypropylene/High Density Polyethylene Membranes via Multilayer Co-Extrusion and Stretching. *Polymers* 2021, 13, 306.

Proyectos relacionados

- ROBINSON (EU): smart integRation Of local energy sources and innovative storage for flexiBle, secure and cost-efficient eNergy Supply ON industrialized islands, <https://www.robinson-h2020.eu/>
- VERSAPRINT (EU): Versatile printed solutions for a safe and high-performance battery system, <https://versaprint-project.eu/>

Ámbito de aplicación en mercado

- Sector energía
- Sector automoción y electromovilidad

Niveles



Madurez
TRL 3-8



Desarrollo
Prototipo,
Laboratorio



Protección
Secreto
industrial

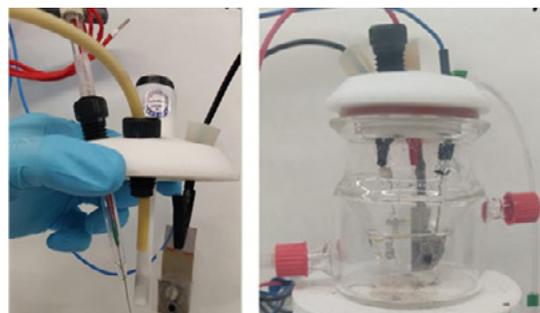
Tests electroquímicos de materiales, componentes, celdas y stacks de electrolizador y pila de combustible



Caracterización electroquímica desde los catalizadores a dispositivos (electrolizadores, pilas de combustible) para determinar su eficiencia y rendimiento. A nivel de catalizadores y electrodos, mediante una celda de tres electrodos se caracteriza el rendimiento hacia la reacción de evolución de H₂, reacción de reducción de oxígeno por materiales catódicos y la reacción de evolución de oxígeno por materiales anódicos. A nivel de dispositivo se realizan curvas de polarización para determinar el rendimiento, eficiencia energética y operación del dispositivo a intensidad constante o voltaje constante o ciclos para determinar la estabilidad.

Capacidades:

- Equipamiento de laboratorio por caracterización electroquímica y test de estabilidad de catalizadores, electrodos y membranas.
- Estación de caracterización de electrolizadores AEM y PEM de < 100W.
- Capacidad para testing de stacks de hasta 8 kW.



Problemática que resuelve

- Determinar el rendimiento electroquímico y la estabilidad de catalizadores y componentes.
- Determinar la eficiencia energética y estabilidad de los materiales (electrodos, catalizadores membranas, placas bipolares, MEAs) cuando están operados en un electrolizador o pila de combustible.

Ámbito de aplicación en mercado

- Investigación
- Energía (cadena de valor de fabricación de electrolizadores y pilas de combustible)

Proyectos relacionados

- X-SEED (HORIZON-JTI-CLEANH2-2023-01-01), 2023-2027, <https://cordis.europa.eu/project/id/101137701>: Determinación de HER (hydrogen evolution reaction) y OER (oxygen evolution reaction) de los catalizadores y electrodos desarrollados en el proyecto. Test de estabilidad de los electrodos. Coordinación científica y administrativa del proyecto.
- StackAEM (Proyecto CPP2022) 2023-2026 <https://projects.leitat.org/home/inicia-el-proyecto-stackaem/>: Determinación de HER (hydrogen evolution reaction) y OER (oxygen evolution reaction) de los catalizadores y electrodos desarrollados en el proyecto. Test de estabilidad de los electrodos. Desarrollo de banco de pruebas por testing de celdas de electrólisis tipo AEM. Desarrollo y caracterización electroquímica de un stack AEM de 5 kW.
- Lupyplast (Proyecto CPP2022) 2023-2026 <https://projects.leitat.org/home/inicia-el-proyecto-lupyplast/>: Determinación de HER (hydrogen evolution reaction) y OER (oxygen evolution reaction) de los catalizadores y electrodos desarrollados en el proyecto. Test de estabilidad de los electrodos.
- Vivaldi (EU project 10100044) 2021-2025 <https://www.vivaldi-h2020.eu/>: Determinación de HER (hydrogen evolution reaction) de los catalizadores y electrodos desarrollados en el proyecto. Caracterización electroquímica de membranas comerciales y desarrolladas en el proyecto. Tests de los electrodos y membranas en reactor bioelectroquímico.



Madurez
3-5



Desarrollo
Laboratorio



Protección
Secreto
Industrial

Con el apoyo de





03

Uso del hidrógeno como fuente de energía

Integración de sistemas híbridos en redes de energía

El futuro del sistema energético pasa por la utilización principalmente de fuentes renovables como son la energía solar y eólica con el objetivo de que Europa sea un continente climáticamente neutro en 2050. Uno de los principales retos en la utilización de fuentes renovables en red es la disponibilidad intermitente de esta energía y que conlleva a la necesidad de un almacenamiento tanto para estos períodos donde no podemos utilizar estos recursos como para el excedente de energía que no se utiliza permitiendo tener un mayor rendimiento de estas fuentes renovables.

Una de las alternativas para el almacenamiento de energías renovables es en forma de gas (power-to-gas storage) donde el hidrógeno verde puede ser clave. La energía renovable en combinación con el almacenamiento de hidrógeno pueda ayudar a proporcionar flexibilidad estacional a largo plazo para el sistema mediante el uso de pilas de combustible de hidrógeno. Este nuevo modelo emergente en el sistema energético crea la necesidad de desarrollar sistemas más eficientes y económicamente viables además de estudiar los procesos de integración de estas tecnologías en red y la incorporación de inteligencia artificial en estos sistemas.

Integración de sistemas de hidrógeno en redes eléctricas



El almacenamiento de energía eléctrica en forma de hidrógeno permite mejorar las prestaciones y la eficiencia de las redes eléctricas, pero la integración de los equipos de hidrógeno en las redes eléctricas presenta muchos retos, como son la estabilidad de la red, la comunicación, la jerarquización de la estructura de control, el control remoto, la inclusión de la inteligencia artificial o la ciberseguridad. En este sentido, hemos desarrollado métodos para la integración óptima de los sistemas de hidrógeno en las redes eléctricas teniendo en cuenta los problemas mencionados, resolviendo la gestión óptima de energía en la red e integrando los controladores de cada uno de los componentes. Tenemos experiencia con redes eléctricas de tipos muy diferentes: tren de potencia de un vehículo de pila de combustible con batería, microrredes eléctricas como es por ejemplo una hidrogenera, o redes eléctricas basadas en fuentes renovables.

Problemática que resuelve

Integración de pilas de combustible en el sistema de potencia de un vehículo.

Integración de sistemas de hidrógeno (PEM y SOFC) en redes eléctricas de generación distribuida de potencia.

Desarrollo de sistemas de gestión de energía en sistemas híbridos basados en inteligencia artificial.

Integración de pilas de alta temperatura en sistemas de climatización.



Ámbito de aplicación en mercado

Empresas desarrolladoras de estaciones de servicio de hidrógeno, empresas manufactureras de vehículos híbridos con pila de combustible, empresas instaladoras de microrredes con sistemas de hidrógeno.

Publicaciones principales

- International Journal of Hydrogen Energy, Available 14 feb. 2023. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2023.01.191>
- International Journal of Hydrogen Energy, Vol. 46, Issue 45, pp: 23263-23278, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2021.04.136>

Proyectos relacionados

- MASHED - Efficient Management of Energy Systems including Hybrid Electrochemical Energy Storage using Digitalisation Technologies.
- PTI+ TRANS-ENER: Hidrogena Renovable 60 H2 kg al día.

Niveles



Madurez
TRL 4



Desarrollo
Prototipo

Con el apoyo de



Integración de celdas de combustible o fuel cells (FC) en redes eléctricas



Las celdas de combustible o fuel cells FC deben ser modelizadas para analizar los diferentes puntos de trabajo y su integración con otros equipos que conforman una microred, así como los beneficios o inconvenientes que se pueden producir en la integración de este tipo de equipos a la calidad y/o eficiencia limpia del sistema eléctrico. Se requiere también la modelización de los otros componentes que forman un sistema híbrido de producción y almacenamiento de energía eléctrica, tal y como podría ser: paneles fotovoltaicos, molinos eólicos, baterías, o microturbina hidráulica. Además de la modelización, se requiere la validación experimental del comportamiento y funcionamiento en condiciones estáticas y dinámicas de la FC, esto se realiza mediante la integración de este equipo en una microred que soporte la hibridación de tecnologías de producción y almacenamiento de energía eléctrica.



Problemática que resuelve

No es una tarea trivial, se requiere tiempo, formación y cuidado para evitar accidentes o mal funcionamiento del sistema híbrido de producción o almacenamiento eléctrico. La integración y simulación de un sistema híbrido antes de su puesta en marcha es la mejor vía para conseguir una integración con éxito de los diferentes componentes y conseguir la operación en el o los puntos óptimos de trabajo de las FC, esto para conseguir la mejor producción de energía a partir del H₂ verde.

Proyectos relacionados

- GreenH2: Integración sostenible del H₂ verde en la producción de energía eléctrica.

Niveles



Madurez
TRL 3



Desarrollo
Prototipo



Protección
Modelos de
simulación

Con el apoyo de

Optimización multicriterio para la gestión de una red con múltiples vectores energéticos

Módulo de optimización multicriterio teniendo en cuenta criterios técnicos y económicos para la gestión eficiente de una red con múltiples fuentes de energía primaria para cubrir las necesidades térmicas y eléctricas de múltiples cargas diversas, climatización, procesos industriales y movilidad. El rasgo diferencial radica en utilizar una aplicación híbrida con modelos físicos y datos (machine learning). Se considera la eficiencia energética y se optimiza el funcionamiento de los sistemas de producción, almacenamiento y uso de H₂. Se considera la eficiencia de conversión, el rendimiento según punto de trabajo, las condiciones ambientales y los precios de energía

Ámbito de aplicación en mercado

Gestión de comunidades energéticas o microrredes con vector multienergético.

Gestión grandes infraestructuras con producción propia.

Servicios de valor añadido de comercializadoras hacia sus clientes.



Problemática que resuelve

Búsqueda del mejor modo de operación con presencia de múltiples alternativas de generación, demanda y almacenamiento.

Optimización teniendo en cuenta vertiente económica, técnica y medioambiental.

Adaptación a condiciones variables de forma dinámica en lugar de configuración de programas pre-establecidos.

Publicaciones principales

- R. Enrich, P. Skovron, M. Tolos and M. Torrent-Moreno, "Microgrid management based on economic and technical criteria," 2012 IEEE International Energy Conference and Exhibition (ENERGYCON), Florence, Italy, 2012, pp. 551-556, doi: 10.1109/EnergyCon.2012.6348214.

Proyectos relacionados

- GreenCharge – Zero emission mobility with innovative business models, technologies and guidelines for charging infrastructure of EV.
- GreenH2 – Sustainable Integration of green H₂ for Chemical and Energy Applications.

Niveles



Madurez
TRL 5



Desarrollo
Módulos de optimización

Con el apoyo de

Mantenimiento predictivo y detección de fallos

A diferencia del mantenimiento correctivo, el mantenimiento predictivo permite programar las acciones a realizar antes de que la avería sea grave y se interrumpa de forma no planificada el funcionamiento del sistema. La aplicación de técnicas de machine learning permite detectar desviaciones en el comportamiento de los equipos respecto a los patrones de funcionamiento normal. Utilizando el conocimiento de dominio e históricos sobre averías, las anomalías observadas se relacionan con potenciales síntomas de averías y se generan alarmas por el personal de mantenimiento para que pueda tomar acciones correctivas que eviten ineficiencias en el sistema o la interrupción de la operación por un paro total.



Problemática que resuelve

Evita interrupciones no programadas del servicio o equipamiento.

Detecta malfuncionamientos y minimiza ineficiencias.

Reduce la sustitución de componentes que aún no han agotado su vida útil.

Ámbito de aplicación en mercado

Mantenimiento de instalaciones, incluidos equipos de producción de hidrógeno.

eurecat
Centre Tecnològic de Catalunya

Proyectos relacionados

- SPHERE – BIM Digital Twin Platform.
- SOLARADAPT - Gestión activa e inteligente de la producción de energía solar fotovoltaica y el consumo local en redes eléctricas flexibles.

Niveles



Madurez
TRL 5-6



Desarrollo
Prueba de concepto



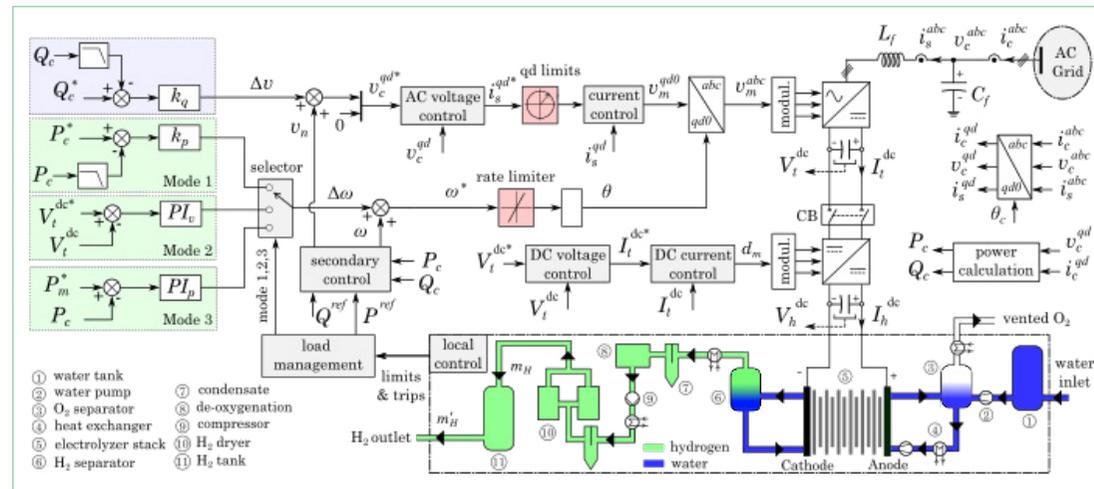
Protección
Registro

Con el apoyo de

Servicios a la red eléctrica desde electrolizadores



Los electrolizadores requieren electrónica de potencia para poder conectarse a la red eléctrica como unidad consumidora. En particular, los electrolizadores que utilizan tecnología VSC (Voltage Source Converter) permiten una gran controlabilidad de la potencia que se consume de la red. Esta controlabilidad se traduce en la posibilidad de ofrecer servicios a la red flexibilizando la generación de hidrógeno. Por lo tanto, gracias a la electrónica de potencia, la generación de hidrógeno podría modificarse para adaptarse a las necesidades de la red eléctrica. Estos servicios en la red están principalmente relacionados con el apoyo a la frecuencia, pero también incluyen el apoyo a la tensión de la red y la capacidad de mantenerse conectado durante faltas temporales.



Problemática que resuelve

Convertir al electrolizador en una carga eléctrica activa que apoye la red eléctrica.

Ámbito de aplicación en mercado

Fabricantes de convertidores de potencia, fabricantes de electrolizadores, operadores de la red eléctrica (tanto red de distribución como de transporte).

Publicaciones principales

- IEEE Transactions on Sustainable Energy. Doi: 10.1109/TSTE.2023.3270295

Niveles



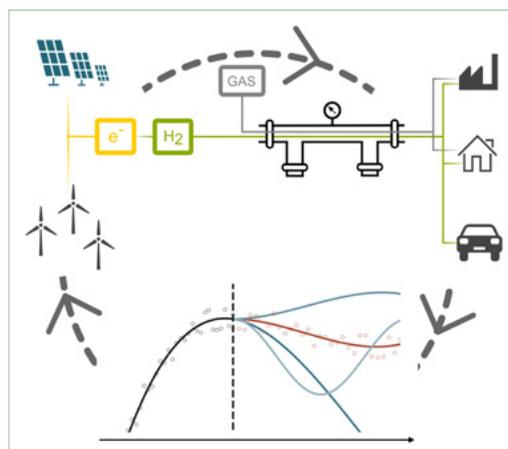
Madurez TRL 2



Desarrollo Prototipo y planta piloto

Gemelo Digital interpretable para la gestión de la inyección de hidrógeno en red de gas natural

Nuestra propuesta se basa en la integración de tecnología propia de inteligencia artificial (IA) en el marco operativo de un gemelo digital. Esta tecnología, llamada Bayesian Machine Scientist, es un algoritmo que permite generar modelos a partir de datos reales. En comparación con la mayoría algoritmos de IA, nuestra tecnología es ventajosa en dos aspectos importantes: (1) la interpretabilidad, permitiendo entender la relación entre las variables que afectan a los procesos y poder detectar las que son críticas, y (2), la capacidad de extrapolación, que permite evaluar con fiabilidad escenarios que no han sido observados y por tanto poder simulados.



Problemática que resuelve

El principal problema de gestión que implica la inyección de hidrógeno en la red de gas natural deriva de la desincronización entre la producción, la capacidad de transporte y la demanda. Esta desincronización es compleja e intervienen muchas variables.

Nuestra tecnología permite generar modelos que permiten predecir y optimizar este entramado de sistemas para maximizar tanto el hidrógeno que puede comercializarse, como minimizar los costes de mantenimiento de los sistemas.

Ámbito de aplicación en mercado

Empresas operadoras de infraestructura de logística y transporte de gas.

Publicaciones principales

- A Bayesian machine scientist to aid in the solution of challenging scientific problems (2020). <https://www.science.org/doi/10.1126/sciadv.aav6971>
- Bayesian Symbolic Learning to Build Analytical Correlations from Rigorous Process Simulations: Application to CO2 Capture Technologies (2022). <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acsomega.2c04736?ref=pdf#>

Proyectos relacionados

- Green H2 Pipes. Tarea: creación de un digital twin de los sistemas de producción y transporte de H2 a partir de energías renovables. <https://exolum.com/proyecto/greenh2pipes/>



UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

Niveles



Madurez
TRL 6



Desarrollo
Software

Con el apoyo de



03

Uso del hidrógeno como fuente de energía

Tecnologías power to heat

La estrategia Power-to-heat es la conversión de electricidad en energía térmica. Algunos países actualmente utilizan energías renovables y residuos para generar calor para industrias y sistemas solares térmicos y geotérmicos para generar calefacción y refrigeración de espacios. Sin embargo, la mayoría de las necesidades de calefacción todavía se resuelven con combustibles fósiles. El calor se puede generar a partir de fuentes de energía renovables de dos formas: a) mediante la conversión directa de fuentes de energía renovables en calor (por ejemplo, aplicaciones térmicas solares) y b) mediante el uso de electricidad generada a partir de fuentes de energía renovables para producir calor mediante tecnología de bomba de calor o calderas eléctricas. El hidrógeno puede ser una alternativa al gas natural en sectores como la metalurgia puesto que su combustión no emite CO₂, por tanto reduciendo significativamente en estos procesos la emisión de CO₂. El hidrógeno puede ser una alternativa, pero todavía existen desafíos como la reducción del coste y escalado.

Power to heat by plasma flame

La tecnología propuesta puede ser, a la vez, generador de hidrógeno y consumidor de hidrógeno. Actualmente son innumerables los proyectos para transformar hornos y motores para su funcionamiento como fuente de calor. La progresiva sustitución de quemadores de gas en hornos de alto consumo permitiría reducir gran cantidad de emisiones de gases de efecto invernadero. La tecnología de llama de plasma puede ayudar en este campo. La operación se puede realizar sólo con aire o bien potenciando su capacidad marisquera con hidrógeno. Una etapa de llama puede funcionar como quemador de hidrógeno. Si se combinan varias etapas, los resultados pueden ser aún más espectaculares. La tecnología puede hacer posible la utilización del agua como combustible, añadiendo las etapas necesarias (suministro adecuado de agua, descomposición de esta y posterior entrega de calor).

Actualmente es necesario un cambio hacia la electrificación eficaz, permitiendo el uso de energías renovables sin perder características. La generación de llamas de plasma por microondas permite conservar las características energéticas actuales utilizando sistemas eléctricos con origen renovable y sin emisiones de gases nocivos. La sustitución o apoyo de los quemadores de gas por los quemadores de plasma permiten múltiples aplicaciones en hornos túnel, hornos intermitentes (por lote), hornos rotativos, secadores, sistemas de curado por temperatura, etc.



Problemática que resuelve

Simplificar la cadena de suministro y uso del hidrógeno.

Ámbito de aplicación en mercado

Dirigido a un mercado como la fabricación cerámica, fabricación de acero, fundiciones y sectores afines.



Proyectos relacionados

- HESTÍA - Tecnologías estratégicas para la generación y gestión energética.
- PRIME - Nuevo Pretratamiento para aumentar la Recuperación de Metales de alto valor añadido en placas de circuitos impresos.

Niveles



Madurez
TRL 3



Desarrollo
Planta piloto

Con el apoyo de





04

Uso del hidrógeno como materia prima



El hidrógeno puede usarse como materia prima para producir combustibles sintéticos, por lo que almacena hidrógeno de forma versátil, aprovechando las ventajas de los combustibles para integrarse en las aplicaciones de uso final, sin modificarse los sistemas existentes, dada la naturaleza química de sus propiedades.

Los combustibles sintéticos líquidos en condiciones ambientales tienen ventajas frente a los gaseosos, en cuanto a densidad energética, ya que los hace utilizables para aplicaciones de movilidad, al poder transportar mayor cantidad de combustible por volumen, incrementando la autonomía de los medios de transporte en general.

A partir del hidrógeno se pueden obtener otros electrocombustibles, tanto en estado líquido (tecnologías Power-to-líquidos: e-metanol y los productos Fischer-Tropsch: e-diesel, e-gasolina, e-queroseno, e-etileno o e-propileno) como en estado gaseoso (tecnologías Power-to-gas: e-metano o e-amoniaco).

Estos combustibles tienen propiedades fisicoquímicas, idénticas a los productos petrolíferos de origen fósil y suponen una forma de producir combustibles sintéticos y almacenar hidrógeno (y, en primer término, electricidad renovable) capaz de integrarse fácilmente en la infraestructura logística existente (gasoductos, barcos cisterna, etc.). El objetivo principal es investigar y desarrollar tecnologías avanzadas que mejoren la eficiencia energética global y consecuentemente, el coste del proceso de producción.



Captura y reducción de CO₂ (power-to-chemical)

La descarbonización de la industria pasa por una transición donde en los últimos años ha aumentado el interés hacia el uso de tecnologías de captura, uso y almacenamiento de carbono (CCUS), una economía circular de CO₂ donde se abren nuevas oportunidades a la vez que desafíos. La reducción de CO₂ permite obtener un gran número de productos de alto valor añadido, presentes en el mercado actual como son los combustibles o productos químicos. Esta transición en la reutilización del CO₂ con energías renovables, a través del hidrógeno verde, permitirá una menor dependencia de recursos fósiles, reduciendo la huella de carbono.

Las reacciones de conversión de CO₂, en procesos power-to-x, impulsadas por el acceso a fuentes de energía renovable y el hidrogeno verde, ofrecen una posible ruta para transformar nuestro actual modelo económico de consumo lineal en un modelo circular aprovechando las emisiones de CO₂ emitidas por la industria. La implementación de estos procesos requiere el desarrollo de tecnologías eficientes y con mayor rendimiento tanto para procesos termoquímicos como electroquímicos y a su vez el desarrollo de sistemas de captura de CO₂ integrados a estos procesos para aprovechar su potencial.

04

Uso del hidrógeno como materia prima

Desarrollo de catalizadores y pilotaje de procesos termoquímicos

El desarrollo y escalado de catalizadores para la descarbonización industrial es esencial en la transferencia tecnológica del Laboratorio a la escala comercial. EURECAT destaca en el diseño y caracterización de catalizadores innovadores, incluyendo materiales nanoestructurados y complejos organometálicos. Con una infraestructura única en Cataluña, ofrece pruebas en procesos en lote, semi-lote y continuo, con diversidad de temperaturas, presiones y caudales. Estas facilidades soportan una amplia gama de procesos catalíticos, desde la producción de combustibles sintéticos hasta la hidrogenación/deshidrogenación y la producción de amoníaco verde.



Problemática que resuelve

Claves para alcanzar las mejoras económicas, energéticas y de sostenibilidad para descarbonizar la industria con hidrógeno son:

- Capacidad para desarrollar catalizadores innovadores y el escalado de su producción, y
- Capacidad para escalar procesos de Laboratorio hasta escala precomercial.

Ámbito de aplicación en mercado

Impacto en sector industrial (por ejemplo, reemplazar fuentes fósiles a la producción de industria química, petroquímica, polímeros, fertilizantes) y sector movilidad y energía (por ejemplo, producción de combustibles sintéticos e hidrógeno carriers para alimentar celdas de combustible).

Publicaciones principales

- ACS Catalysis, 7 (4),p: 2791-2799, 2017 <https://doi.org/10.1021/acscatal.7b00391>
- Topics in Catalysis, 56,p: 1208-1219, 2013 <https://doi.org/10.1007/s11244-013-0087-1>

Proyectos relacionados

- Projecte H2020 BIZEOLCAT - Bifunctional Zeolite based Catalysts and Innovative process for Sustainable Hydrocarbon Transformation.
- Projecte CDTi-PID KRYPCAT - I+D en poliureas versàtils a partir de polioles y polièter aminas.

Niveles



Madurez
TRL 3-6



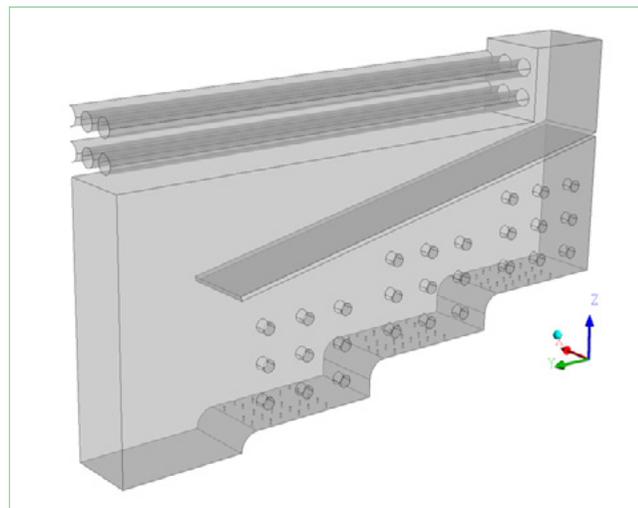
Desarrollo
Planta piloto



Protección
Patente
o secreto
industrial

Diseño de reactores, cámaras de gasificación, pirólisis o combustión

Diseño de reactores tanto a escala de Laboratorio o nivel Prototipo, como a escala industrial, por diferentes tipos de reacciones, como podrían ser termoquímicas, gasificación, pirólisis o combustión. Asesoramiento en la selección de los materiales más adecuados a utilizar. Adicionalmente también se puede apoyar el dimensionado y ubicación de entradas y salidas de gases, y sistema de acondicionamiento térmico, como podrían ser sistemas de refrigeración o elementos aislantes.



Problemática que resuelve

Diseño de cámaras que contengan la reacción, con el fin de conseguir su máxima eficiencia.

Asesoramiento en la selección de materiales para que sean capaces de soportar las cargas térmicas, químicas y mecánicas que se den al sistema.

Ámbito de aplicación en mercado

Industria en general – toda la que tenga reactores donde se produzcan reacciones químicas (sistemas de combustión, gasificación, pirólisis...).

Publicaciones principales

- Catalizadores, 12(9), 1053.
doi: 10.3390/catal12091053

Proyectos relacionados

- REACAT - Desarrollo de un reactor catalítico multicanal.
- BioEfi-100T - Desarrollo de sistemas de combustión de biomasa forestal de alta eficiencia y bajas emisiones contaminantes integrables en un entorno urbano.

Niveles



Madurez
TRL 3-4



Desarrollo
Planta piloto



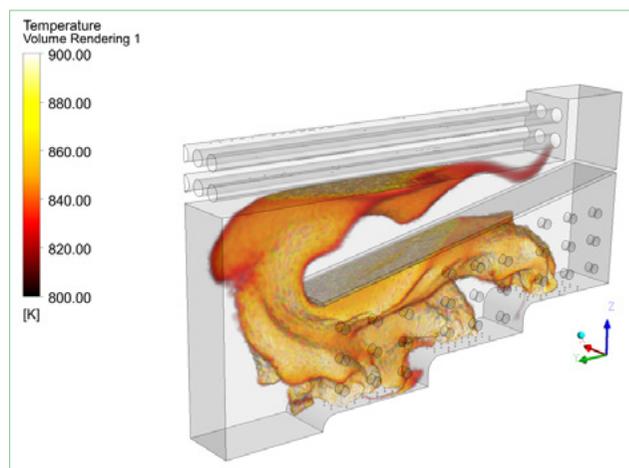
Protección
Registro de
conocimiento

Con el apoyo de

Simulación CFD, térmica y cinética química de reacciones volumétricas

Simulación CFD, térmica y de cinética química acoplada realizada con el software comercial Ansys, de diferentes reacciones químicas volumétricas, ya sean termoquímicas o de combustión (entre otros). Permite obtener resultados del comportamiento térmico, fluidodinámico y químico del sistema, y, por lo tanto, establecer la eficiencia de la reacción. Se puede aplicar tanto a sistemas a escala de Laboratorio, como a reactores a escala industrial.

Se dispone de pericia en la simulación de reactores de combustión y de generación de metano sintético.



Problemática que resuelve

Permite obtener una reproducción virtual del reactor y predecir su comportamiento a nivel fluidodinámico, térmico y químico.

Permite dar apoyo a las tareas de diseño de reactores.

Ámbito de aplicación en mercado

Industria en general – toda la que tenga reactores donde se produzcan reacciones químicas (sistemas de combustión, gasificación, pirólisis...).

Publicaciones principales

- Catalizadores, 12(9), 1053. doi: 10.3390/catal12091053

Proyectos relacionados

- REACAT - Desarrollo de un reactor catalítico multicanal.
- BioEfi-100T - Desarrollo de sistemas de combustión de biomasa forestal de alta eficiencia y bajas emisiones contaminantes integrables en un entorno urbano.

Niveles



Madurez
Servicio



Desarrollo
Simulación



Protección
Registro de
conocimiento

Con el apoyo de

Hidrogenación selectiva de CO₂ a metano, metanol y combustibles sintéticos

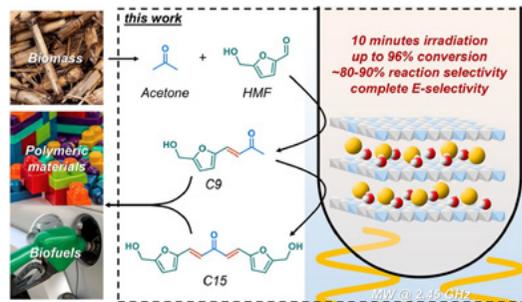
Esta tecnología explora la conversión de CO₂ a metano, metanol y combustibles sintéticos usando un proceso de hidrogenación catalítica selectiva. El hidrógeno se puede obtener a partir de biomasa con una combinación de procesos catalíticos, fotocatalíticos y biológicos, aprovechando todas las fracciones contenidas en un material lignocelulósico.

La hidrogenación catalítica de CO₂ actualmente representa la tecnología más prometedora para su conversión en productos de alto valor añadido (p.ej. metano, metanol) mediante la catálisis. La mayoría de los procesos catalíticos de CO₂ a etanol existentes tienen una selectividad baja en el etanol (65 %) con una presencia importante de productos secundarios en el efluente (metanol, alcoholes superiores, ácidos orgánicos, etc.) y para obtener mejores resultados se debe utilizar sistemas discontinuos, poco realista.

Ámbito de aplicación en mercado

Sector agrícola.

Sector de residuos de biomasa.



Problemática que resuelve

Desarrollo de nuevos catalizadores multifuncionales que presentan:

- alta selectividad a metanol/etanol (95%).
- alta estabilidad (> 100 h en corriente) permiten minimizar la producción de productos secundarios.

Hidrogenación de CO₂ mediante el uso de reactores de lecho fijo en fase gaseosa en CH₄ para producir un gas combustible que cumpla los criterios de un gas natural sustitutivo (GNS).

Materia prima

Captura y reducción de CO₂ (power-to-chemical)



UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

Niveles



Madurez
TRL 3-4



Desarrollo
Prototipo



Protección
En estudio

Publicaciones principales

- Contreras, S.; Medina, F.; et. al., 2021: Photocatalytic hydrogen production from watermethanol and -glycerol mixtures using Pd/TiO₂(-WO₃) catalysts and validation in a solar pilot plant. International Journal of Hydrogen Energy, 46(73): 36152-36166. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2021.08.141>
- Constantí, M.; Contreras, S.; Medina, F.; et. al., 2021: Microwave-assisted condensation of biobased hydroxymethylfurfural and acetone over recyclable hydrotalcite-related materials. Applied Catalysis B: Environmental, 282: 119599. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apcatb.2020.119599>

Proyectos relacionados

- H₂_BIOCAPABLE: H₂ production from biomass by combination of catalytic, photocatalytic & biological processes.
- FUELPHORIA: Accelerating the sustainable production of advanced biofuels and RFNBOs - from feedstock to end-use.

Con el apoyo de



Prototipos para conversión de hidrógeno y biogás a gas metano renovable

Desarrollo de catalizadores y reactores para convertir biogás e hidrógeno a gas metano renovable, totalmente compatible con la red de gas actual. El Prototipo está especialmente diseñado para aplicarse en zonas rurales, en plantas de baja capacidad de biogás. Los reactores han sido diseñados con la tecnología más simple posible, con el fin de abaratar los costes de su implementación, tanto de inversión como de operación. En este sentido, el reactor utiliza el propio calor generado por la reacción y no requiere de equipos auxiliares de canje de calor. La presión de trabajo es la misma que la red de inyección.

Problemática que resuelve

La combinación de biogás con hidrógeno permite:

- Almacenar y transportar hidrógeno con la infraestructura actual.
- Promover la instalación de electrolizadores en zonas rurales.
- Valorizar todo el carbono presente en el biogás (CO₂ + CH₄).
- No requiere separación previa.
- Descarbonizar la red de gas actual.
- Reducir la dependencia externa de gas fósil.



Àmbito de aplicació en mercader

Gestores de residuos (validación con otras fuentes de carbono, gasificación, CO₂ capturado, depuración aguas).

Ingenierías (demostración operativa, escalado del proceso).

Productores hidrógeno (transporte al usuario final).

Industria (descarbonización del consumo de gas).



Publicaciones principales

- A. Alarcón, R. Busqué, T. Andreu, J. Guilera*. Design of a Multi-Tubular Catalytic Reactor Assisted by CFD Based on Free-Convection Heat-Management for Decentralised Synthetic Methane Production. *Catalysts*. 2022, 12, 1053. <https://doi.org/10.3390/catal12091053>
- J. Guilera*, T. Andreu, N. Basset, T. Boeltken, F. Timm, I. Mallo, J.R. Morante. Synthetic natural gas production from biogas in a waste water treatment plant. *Renewable Energy*. 2020, 146, 1301-1308. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2019.07.044>

Proyectos relacionados

- 2022-23. RURALGAS. Validation of biogas recovery devices for rural areas. Funds: Catalonia Government (Technology Transfer).
- 2016-19. CoSin: Synthetic fuels. Co-funds: Feder-Acció (Ris3Cat Energia).

Niveles



Madurez
TRL 6



Desarrollo
Planta piloto



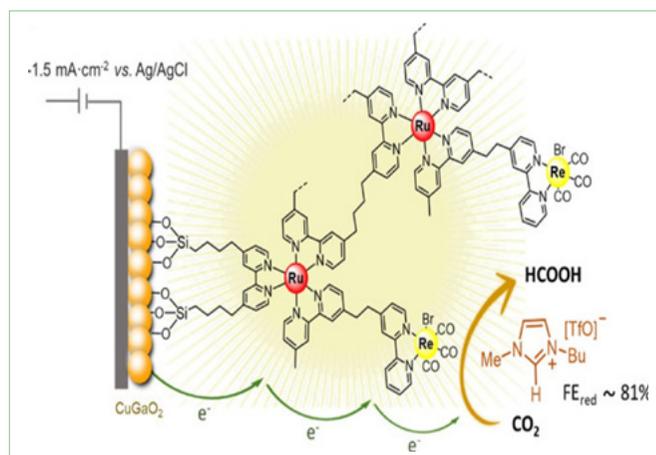
Protección
En proceso

Con el apoyo de



Desarrollo dispositivos para la captura y conversión electroquímica de CO₂

EURECAT busca reducir eficientemente las emisiones de CO₂ con tecnologías de captura propias como membranas y/o capsulas poliméricas, líquidos iónicos y MOFs. Desarrolla innovación en electrocatalizadores y componentes (placas bipolares, membranas, electrólitos y catalizadores) para mejorar la conversión de CO₂, aspirando a realizar el acaparamiento progresivo de estos sistemas integrados que abordan captura, conversión y procesado con energías renovables, con el objetivo de implementación industrial para un futuro más limpio y sostenible.



Problemática que resuelve

Desarrollar dispositivos integrados por captura, conversión y procesado con energías renovables requiere:

- Pericia en componentes y escalado de producción.
- Desarrollar reactores electroquímicos modulares y escalar procesos de Laboratorio a escala precomercial.

Ámbito de aplicación en mercado

Impacto en sector industrial (por ejemplo, reemplazar fuentes fósiles a la producción de industria química, petroquímica y polímeros) y sector movilidad y energía (por ejemplo, producción de combustibles sintéticos e hidrógeno carriers para alimentar celdas de combustible).

Publicaciones principales

- *Polymers*, 14, 4865, 2022 <https://doi.org/10.3390/polym14224865>
- *Chemical Communications*, 2022,58, 10552. <https://doi.org/10.1039/D2CC03641J>

Proyectos relacionados

- Proyecto H2020 SUNCOCHEM.
- Proyecto CESC de AGAUR en la convocatoria "Mitigación y Adaptación Cambio Climático 2023".

Niveles



Madurez
TRL 3-6



Desarrollo
Prueba de
concepto



Protección
Patente
prevista

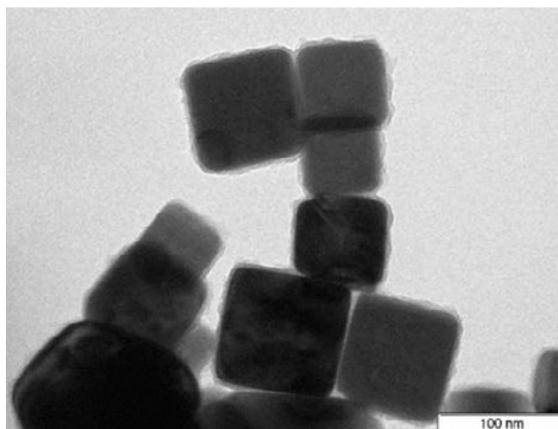
Conversión de CO₂ en productos de valor añadido

Diseño, síntesis y caracterización de materiales con propiedades electrocatalíticas adecuadas para la reducción de CO₂. Los nuevos materiales combinan componentes orgánicos e inorgánicos en una configuración adecuada para favorecer la fijación del CO₂ sobre ellos y su posterior reducción electrocatalítica. Con esta estrategia aumenta el rendimiento de la transformación en compuestos C₁ y C₂ de interés para la industria química. El medio de reacción es agua, que abarata costes y reduce problemas medioambientales.

Problemática que resuelve

Descarbonización de la atmósfera y de los procesos industriales.

Generación de productos químicos de interés a partir de fuentes de carbono no basadas en combustibles fósiles.



Ámbito de aplicación en mercado

Industria en general - toda la que produce emisiones de dióxido de carbono - Para reducir su impacto ambiental mediante la captura de CO₂.

Industria química – para evitar el uso de materias primas de origen fósil.

Materia prima



Proyectos relacionados

- ELECTROVOLT Electrovoltaic materials for CO₂ reduction.
- CESC Conversion of Energy in Sustainable Chemicals.

Captura y reducción de CO₂ (power-to-chemical)

Niveles



Madurez
TRL 3



Desarrollo
Prototipo



Protección
Patente

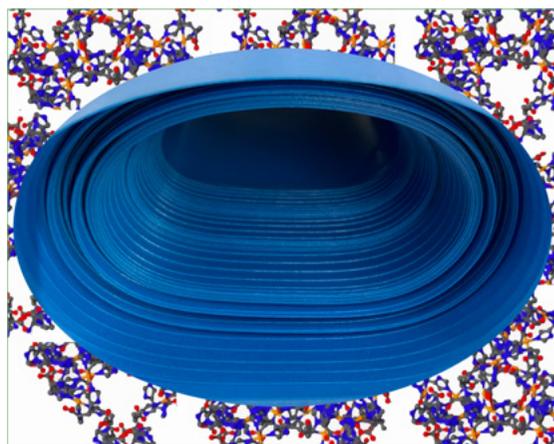
Con el apoyo de

Captura de CO₂

Separación y purificación de CO₂ en un amplio rango de concentraciones y condiciones, usando compuestos inorgánicos con una alta capacidad de intercambio. Este puede ser aplicado en situaciones de fuentes de baja emisión, como la agricultura y donde el CO₂ es necesario como materia prima. Estos materiales absorbentes/separadores, tienen la versatilidad de incorporarse en matrices poliméricas que permiten la generación de diferentes formatos que pueden ser validados en diferentes ámbitos, tales como en la producción de biogás y/o en procesos de generación de syngas.

Problemática que resuelve

Captura de CO₂ de corrientes de gases industriales: purificación de hidrógeno, emisiones de combustión, biogás upgrading, CO₂ recycling.



Ámbito de aplicación en mercado

Industria en general, toda aquella que esté relacionada con procesos en donde la generación de CO₂ esté presente. Como por ejemplo, industria alimenticia, agricultura, etc...

Disminución de gases de efecto invernadero en procesos Industriales clásicos, generando un valor añadido a estos procesos por la generación de CO₂, que posteriormente puede usarse como producto o en la comercialización directa.

Materia prima

Captura y reducción de CO₂ (power-to-chemical)



Publicaciones principales

- ACS Appl. Mater. Interfaces 2023, 15, 33, 39594–39605. DOI: [10.1021/acscami.3c08843](https://doi.org/10.1021/acscami.3c08843).
- Interfaces de ACS Appl Mater. 2022, 13; 14(27): 30772–30785. DOI: [10.1021/acscami.2c05223](https://doi.org/10.1021/acscami.2c05223).

Proyectos relacionados

- ERC Starting Grant | Ref: ERC-2011-StG | Cordis de 2011 a 2016.
- Complejos metálicos polinucleares con oligopéptidos: modelos inorgánicos del centro activo en el fotosistema II (CTQ2008-03197) Ministerio de Ciencia e Innovación From 2009 to 2012.

Niveles



Madurez
TRL 5



Desarrollo
Piloto plant/
Spin off



Protección
Patente

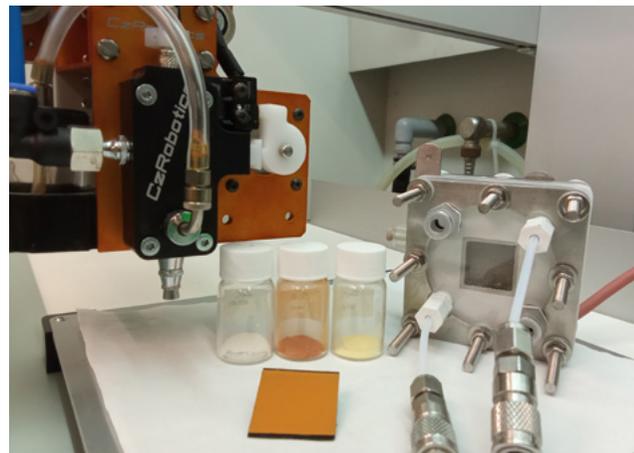
Con el apoyo de

Electrolizadores con electrodos de difusión de gas para la reducción de CO₂

Los electrolizadores con electrodos de difusión de gas (GDE) son dispositivos electroquímicos avanzados diseñados para convertir eficientemente el dióxido de carbono (CO₂) a productos valiosos. En esta tecnología, la fabricación de electrodos porosos que faciliten la difusión del CO₂ hasta el catalizador es fundamental para obtener eficiencias competitivas. Estos catalizadores, a menudo compuesto de metales nobles o materiales catalíticos específicos, son desarrollados para la reducción electroquímica del CO₂ en moléculas tales como el monóxido de carbono (CO), metanol, etanol, etileno y otros hidrocarburos. Esta tecnología ofrece alta eficiencia energética, mayor selectividad, y es escalable para aplicaciones industriales.

Problemática que resuelve

- Integración con energías renovables.
- Transición hacia una economía circular y baja en carbono.
- Producción de materias primas y combustibles sostenibles.



Ámbito de aplicación en mercado

- Industria energética – Producción de energía más sostenible y menos dependiente de los combustibles fósiles.
- Industria Química – Materia prima que puede ser utilizada en diversas aplicaciones industriales.
- Almacenamiento de energía – Almacenar energía renovable de forma efectiva.



Publicaciones principales

- A. Alarcón, T. Andreu, and C. Ponce de León, “CeO₂-promoted Cu₂O-based catalyst sprayed on the gas diffusion layer for the electroreduction of carbon dioxide to ethylene,” Mater Adv, 2024, <https://doi.org/10.1039/D3MA01009K>
- - M. Amzian, T. Andreu, M. Sarret. “Enhancing Selectivity of Au-Based Catalysts for CO₂ Electroreduction in Chloride Electrolyte.” Proceedings of MATSUS Spring 2024 Conference (MATSUS24). <https://doi.org/10.29363/nanoge.matsus.2024.133>

Proyectos relacionados

- REPLAY: Electrificando la industria: producción de etileno (CNS2022-135235)
- Towards a decarbonized chemical industry: enhancing the performance of Cu oxide nanocatalysts in carbon dioxide electrolyzers (2023 CLIMA 00011)

Niveles



Madurez
TRL 3



Desarrollo
Laboratorio /
Prototipo

Con el apoyo de



Conversión bioelectroquímica de CO₂ en bioproductos mediante hidrógeno como intermedio clave



Desarrollo y aplicación de una plataforma bioelectroquímica para la conversión del dióxido de carbono (CO₂) en compuestos de alto valor añadido mediante procesos biológicos impulsados por microorganismos electro-activos. Estos compuestos pueden tener diferentes aplicaciones: biocombustibles sostenibles (etanol), compuestos intermedios clave o sustancias de interés industrial (acetato, butirato o caproato) o la síntesis de alternativas proteicas. Un aspecto clave de la plataforma bioelectroquímica es la generación de hidrógeno in situ como producto intermedio, que desempeña un papel fundamental en la reducción del CO₂ y en la conducción de las reacciones metabólicas que dan lugar a los productos finales.



Ámbito de aplicación en mercado

- Biocombustibles
- Sector químico/farmacéutico/biotecnológico

Problemática que resuelve

- Uso de microorganismos como biocatalizadores en lugar de agentes químicos.
- Producción in situ de hidrógeno por procesos de electro-síntesis microbiana.
- Producción de biocombustibles (etanol) o compuestos de valor añadido (ácido butírico, ácido caproico, síntesis de proteínas alternativas) a partir de CO₂.

Con el apoyo de

Publicaciones principales

- Rovira-Alsina, L., Pous, N., Balaguer, M.D., Matassa, S., Zhang, Y. and Puig, S. 2025. **Power-to-Protein: Electro-cultivation of microbial proteins from recycled nitrogen and carbon dioxide.** Journal of Power Sources. Volume 638, 15 May 2025, 236499.
- Romans-Casas M., Perona-Vico E., Dessì P., Bañeras L., Balaguer M.D., Puig S. (2023), **Boosting ethanol production rates from carbon dioxide in MES cells under optimal olventogenic conditions,** Science of the Total Environment (2023), 85615, 159124.

Proyectos relacionados

- FUELS-C –An integrated platform of novel cost and energy-efficient conversion technologies producing liquid and gaseous biofuels from sustainable biogenic residues validated for direct use in fuel cells. Comissió Europea. HORIZON-CL5-2023-D3-02-07. GA: 101147442. 2024-2027.
- ALGAESOL – Sustainable aviation and shipping fuels from microalgae and direct solar BES technologies. Comissió Europea. HORIZON-CL5-2023-D3-02-08. GA: 101147112. 2024-2027.

Niveles



Madurez
TRL 3-4



Desarrollo
Prototipo



Protección
Know-how



04

Uso del hidrógeno como materia prima

Hidrogenación de materia prima renovable

La transición hacia una economía circular permitirá reutilizar y aprovechar recursos naturales como la biomasa permitiendo disminuir la presión que se ejerce sobre el medio ambiente y el cambio climático. Un ejemplo son las biorrefinerías que sustituyen a los recursos fósiles utilizados en las refinerías petroquímicas por otras alternativas renovables, utilizando la biomasa para la producción de bioenergía (calor, electricidad, biocombustible) i un amplio abanico de bioproductos, favoreciendo así la valorización de la biomasa.

El hidrógeno utilizado como materia prima, abre una vía de desarrollo de nuevas tecnologías para la transformación de biomasa en productos de alto valor añadido favoreciendo la economía circular y procesos más sostenibles.

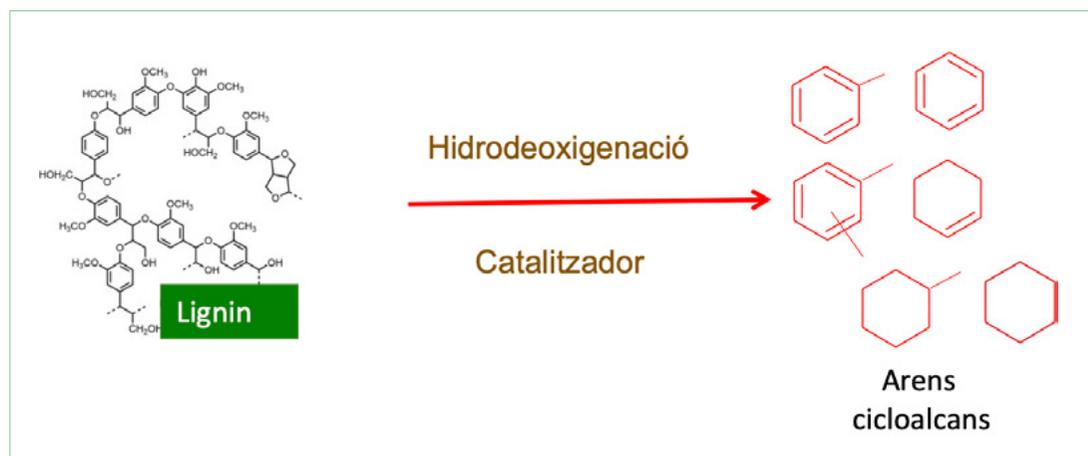
Hidrodeoxigenación catalítica de lignina para obtener biofuel



UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

La producción de energía y de productos químicos a partir de recursos renovables, como la biomasa, se ha intensificado como una alternativa a los productos derivados del petróleo. La lignocelulosa, la biomasa renovable más abundante, contiene tres polímeros: celulosa, hemicelulosa y lignina. La hidrodeseoxigenación (HDO) catalítica de lignina es una reacción interesante para producir hidrocarburos con menos contenido de oxígeno.

Dado que la lignina presenta una estructura compleja, los estudios se han realizado con moléculas modelo, como el guaiacol. En el grupo de investigación Greencat de la Universitat Rovira i Virgili hemos desarrollado unos catalizadores de Ni soportados en biocarbonos (obtenidos a partir de biomasa) y mezclado con zeolitas ácidas selectivos a la formación de ciclohexano (> 80 %) a partir del HDO de guaiacol a bajas temperaturas (180°C).



Problemática que resuelve

Obtención de biofuel a partir de materias primas renovables en lugar de a partir de combustibles fósiles.

Ámbito de aplicación en mercado

Industrias del ámbito energético.

Proyectos relacionados

- Nuevas estrategias catalíticas sostenibles para la obtención de productos innovadores de base biológica a partir de biomasa no comestible. Ministerio de Economía y Competitividad. (Ref: PID2019-110735RB-C22).
- Impulsando la biorrefinería en las comarcas de Tarragona: producción catalítica de biofuel a partir de cloques de almendra. Diputación de Tarragona (Ref. 2022/20).

Niveles



Madurez TRL 2



Desarrollo Laboratorio

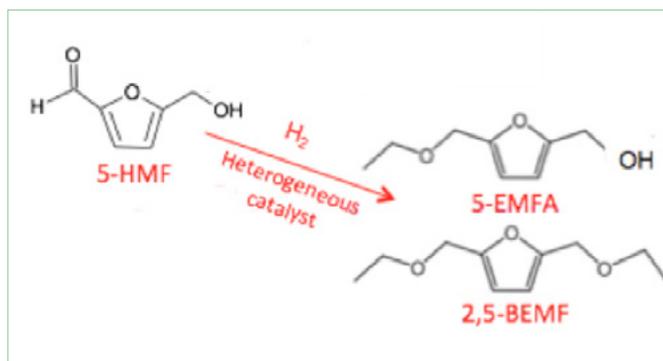
Con el apoyo de



Transformación catalítica de 5-HMF en presencia de hidrógeno para obtener aditivos de biofuel

El 5-hidroximetilfurfural (5-HMF) es una molécula plataforma muy versátil que se obtiene a partir de la glucosa procedente de biomasa. Una reacción de interés es su transformación catalítica en 5-etoximetilfurfuralalcohol (5-EMFA) y 2,5-bis(etoximetilfurano) (2,5-BEMF), que se pueden utilizar como bioaditivos de biocombustibles.

En el grupo de investigación Greencat de la Universidad Rovira i Virgili hemos desarrollado unos catalizadores de Ni soportado en zeolitas protonadas o en materiales mesoporosos ordenados sulfonatos que permiten la obtención de rendimientos a 2,5-BEMF del 40%.



Problemática que resuelve

Obtención de bioaditivos para biocombustibles, que pueden sustituir a los que ahora se utilizan procedentes de combustibles fósiles.

Ámbito de aplicación en mercado

Industrias del ámbito energético.



UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

Proyectos relacionados

- Nuevas estrategias catalíticas sostenibles para la obtención de productos innovadores de base biológica a partir de biomasa no comestible. Ministerio de Economía y Competitividad. (Ref: PID2019-110735RB-C22).

Niveles



Madurez
TRL 2



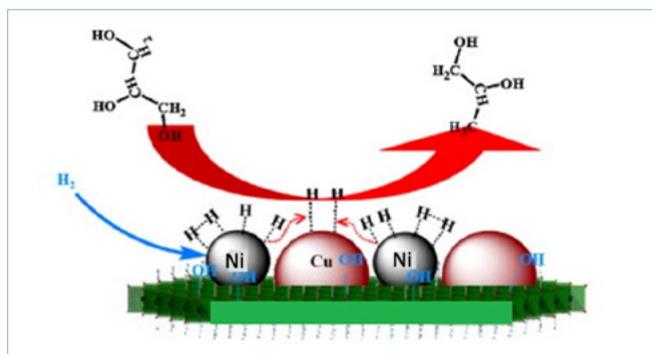
Desarrollo
Laboratorio

Con el apoyo de

Hidrogenación de glicerol a 1,2-propanediol

El 1,2-propanodiol es un producto químico de interés industrial que se utiliza para la síntesis de resinas de poliésteres insaturados, en anticongelantes, productos farmacéuticos, alimentos (saborizantes, fragancias), cosméticos, detergentes líquidos y pinturas. A nivel industrial, se produce a partir del óxido de propileno (derivado del petróleo) mediante el proceso de clorohidrina o el proceso hidropéroxido. Por otro lado, el glicerol es un subproducto que se obtiene en importantes cantidades en la fabricación de biodiésel.

En el grupo de investigación Greencat de la Universidad Rovira i Virgili hemos desarrollado unos catalizadores de Cu soportados en hectoritas mesoporosas altamente selectivos a 1,2-propanodiol (> 90 %) para la hidrogenación de glicerol.



Problemática que resuelve

Origen petroquímico del 1,2-propanodiol que habitualmente se produce.

Revalorización de la glicerina que se obtiene como subproducto en la fabricación del biodiésel.

Ámbito de aplicación en mercado

Industria de polímers.
Industria farmacéutica.
Industria Cosmética.



UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

Publicaciones principales

- Revista de Ingeniería Química, 179 (2012) 302-311.

Proyectos relacionados

- Utilización de microondas en la preparación de nuevos catalizadores para la aplicación en procesos de revalorización de la glicerina. Ministerio de Ciencia e Innovación (Ref. CTQ2008-04433/PPQ).
- Converting bioglycerol in high-added value products. Agencia de Apoyo a la Empresa Catalana (ACC10) (Ref. TECSPR15-1-0043).

Niveles



Madurez
TRL 4

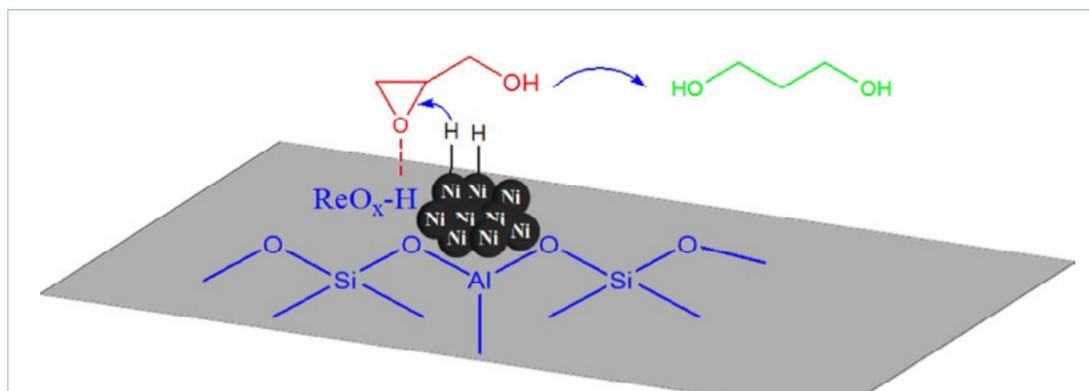


Desarrollo
Laboratorio

Con el apoyo de

Hidrogenólisis de glicidol en propanedíoles

1,3-propanodiol es un monómero importante para la síntesis de tereftalato de polipropileno (PPT), un polímero que presenta excelentes propiedades. La producción industrial de 1,3-propanodiol es costosa e implica el uso de compuestos de origen petroquímico. La hidrogenólisis selectiva de glicerol a 1,3-propanodiol requiere el uso de metales nobles y condiciones drásticas de reacción. El glicidol puede ser una alternativa al glicerol para la producción de propanodíoles, ya que es una molécula altamente reactiva que se puede obtener fácilmente a partir del glicerol y el carbonato de dimetil. En el grupo de investigación Greencat de la Universidad Rovira i Virgili hemos desarrollado unos catalizadores de NiCu soportados en saponitas mesoporosas protonadas. Un mayor contenido en Ni favorece la formación del 1,2-propanodiol (con interesantes aplicaciones) mientras que la presencia del Cu favorece la formación de 1,3-propanodiol.



UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

Problemática que resuelve

Origen petroquímico del 1,3-propanodiol que habitualmente se produce.

Revalorización de la glicerina, subproducto en la fabricación del biodiésel (a partir de la cual se puede preparar el glicidol).

Ámbito de aplicación en mercado

Industria de polímeros.

Publicaciones principales

- Dalton Transactions 50(26) (2021) 9198-9207.
- ChemCatChem 9(19) (2017) 3670-3680.

Proyectos relacionados

- Nueva estrategia para la obtención catalítica de 1,3-propanodiol a partir de glicerina. Aplicación de la tecnología de microondas en la preparación de catalizadores y durante la reacción. Ministerio de Ciencia e Innovación (Ref. CTQ2011-24610).

Niveles



Madurez
TRL 4



Desarrollo
Laboratorio

Con el apoyo de



Desarrollo de nanocatalizadores para hidrogenaciones



Fabricación, modificación y caracterización fisicoquímica de nanocatalizadores: nanofibras de carbono (films), nanorodos de perovskitas, nanomateriales metálicos y óxidos metálicos. Obtención a partir de procesos de química húmeda (electrospinning, co-precipitación, sol-gel, solvothermal, etc.). Caracterización de los nanomateriales obtenidos para estudiar morfología y tamaño (HRSEM-EDS, TEM, DLS, Mastersizer), composición (XRD, ICP-MS, análisis elementales, Raman, XPS), conductividad eléctrica, porosidad (BET, porosimetría), estabilidad térmica (TGA-DSC), etc.

Problemática que resuelve

Los nuevos nanomateriales fabricados permiten:

- Utilización de nanocatalizadores activos basados en materiales abundantes en la corteza Terrestre, reduciendo/eliminando el uso de materiales basados en critical raw materials (CRM).
- Obtención de nanocatalizadores con elevada área superficial y, por tanto, mayor actividad catalítica.

Además, el uso de las nanofibras de carbono permite:

- Producción de nanopartículas no aglomeradas distribuidas homogéneamente sobre las nanofibras de carbono, con una elevada área superficial y nanoporosidad. Esto es beneficioso por su actividad catalítica y permite que las nanopartículas estén soportadas sobre un soporte conductor.
- El proceso de electrospinning es escalable y fácilmente modificable por la obtención de diferentes tipos de nanocatalizadores.
- Posibilidad de realizar el proceso más sostenible con uso de lignina como fuente de carbono.

Ámbito de aplicación en mercado

Catalizadores en:

- Sector industrial de consumo de hidrógeno.
- Sector químico.

Niveles



Madurez
TRL 3-5



Desarrollo
Prototipo



Protección
Secreto
industrial

Con el apoyo de



05

Tecnologías transversales



Las tecnologías transversales son pilares fundamentales para transformar y optimizar múltiples sectores industriales, ya que permiten afrontar desafíos complejos aportando soluciones más rápidas y eficientes. Una de las principales ventajas de estas tecnologías es que no se limitan a una única etapa de la cadena de valor del hidrógeno, sino que tienen la capacidad de contribuir a las diferentes fases de producción, almacenamiento y distribución, uso como fuente energía y uso como materia prima, promoviendo mejoras en eficiencia, sostenibilidad y reduciendo riesgos y costes.

El impacto que pueden generar a gran escala las convierte en un elemento clave para el desarrollo económico, la competitividad empresarial y la sostenibilidad en un vector energético crucial, como el hidrógeno.

Las herramientas digitales avanzadas, la inteligencia artificial, sistemas de gestión energética o de evaluación de la sostenibilidad son ejemplos de tecnologías que juegan un rol esencial para garantizar un funcionamiento óptimo de los sistemas, asegurando una viabilidad técnica y económica que permita llegar a un hidrógeno accesible y competitivo.

HPC-based digital tools for modelling and simulation of hydrogen-based technologies for power generation and propulsion to hydrogen generation in electrolyzers



The Propulsion Technologies group at BSC leads cutting-edge research in advanced modeling and simulation techniques focused on understanding propulsion and power generation systems' complexities. Our research aligned with European decarbonization strategies and spans physical modeling to data-driven methods, numerical techniques, and high-performance computing (HPC). Specifically, we develop a HPC-based tools for multi-physics problems designed to run efficiently in supercomputers, such as Marenostrum V, a pre-exascale EuroHPC supercomputer. These computational capabilities allow us to study complex engineering systems from aircraft engines to fuel cells and batteries, offering a comprehensive engineering workflow with in-situ data analytics and visualization.



Ámbito de aplicación en mercado

Our numerical capabilities can be directly applied from manufacturing to real-time analysis of data. We offer a numerical multiphysics framework and digital tools to provide real-time insights into hydrogen production, storage and utilization.

Problemática que resuelve

Our focus is hydrogen-based technologies, including innovative concepts for aircraft propulsion like dual-fuel and hydrogen combustion concepts to hybrid-electric propulsion Systems including solid oxide cells.

Thus, we aim to expedite the energy transition by developing state-of-the-art software tailored for Exascale machines, accelerating the adoption of low-carbon propulsion and power technologies.

Con el apoyo de



Publicaciones principales

- Vázquez, M., Houzeaux, G., Koric, S., Artigues, A., Aguado-Sierra, J., Arís, R., ... & Valero, M. (2016). Alya: Multiphysics engineering simulation toward exascale. *Journal of computational science*, 14, 15-27.
- Mira, D., Lehmkühl, O., Both, A., Stathopoulos, P., Tanneberger, T., Reichel, T. G., ... & Houzeaux, G. (2020). Numerical characterization of a premixed hydrogen flame under conditions close to flashback. *Flow, Turbulence and Combustion*, 104, 479-507.

Proyectos relacionados

- HylHeat: Hydrogen technologies for decarbonization of Industrial Heating processes EU Horizon-CL4-2022-TWIN-TRANSITION-01. PI: Thomas Echterhof (RWTH Aachen). 01/01/2023-31/12/2026. 17,998,671 €..
- HyP3D: Hydrogen Production in Pressurized 3D-Printed Solid Oxide Electrolysis Stacks. Funding institution: European Commission. Call: HORIZON-JTI-CLEANH2-2022-1. PI: Albert Taracón (IREC, Spain). Amount: 2,543,399 €. Duration: 01/2023 – 12/2025.

Niveles



Madurez
TRL 2-4



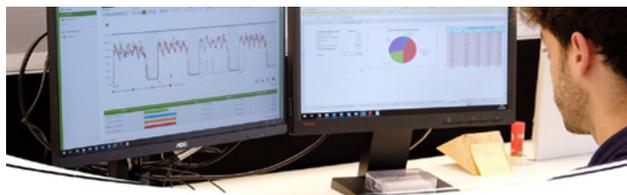
Desarrollo
Laboratorio



Protección
Open source
software
and licence

Evaluación de sostenibilidad de la cadena de valor del hidrógeno

Evaluamos la sostenibilidad de toda la cadena de valor del hidrógeno bajo una perspectiva del ciclo de vida. Nos basamos en las metodologías estandarizadas ISO (14040, 14044) y recomendaciones internacionales (PEF, guías de SETAC...) para el estudio ambiental, social y económico de las tecnologías. Desde la conceptualización de los proyectos apoyamos la selección de materiales y procesos que ayuden a mejorar la huella ambiental, siguiendo el principio de sustainable-by-design o ecodiseño. Además, evaluamos la circularidad a través de la cuantificación de indicadores específicamente definidos.



Problemática que resuelve

La innovación y desarrollo de las nuevas tecnologías involucradas en la cadena de valor del hidrógeno requieren la incorporación de principios de sostenibilidad que aseguren su competitividad.

Ámbito de aplicación en mercado

Investigación



Proyectos relacionados

- REGENERA Esp-Misiones)
Desarrollo de un reactor BES para la conversión de CO₂ a CH₄ con HER en el cátodo. Y, desarrollo de otro reactor BES para la producción de H₂ eficiente energéticamente mediante el tratamiento de aguas residuales
- X-SEED: (EU project No 101137701, HORIZON-JTI-CLEANH2-2023-01-01, 2023-2027, <https://cordis.europa.eu/project/id/101137701>)
“eXperimental Supercritical ElEctrolyser Development”.
Leitat desarrolla nanorods de perovskites pel seu ús com a elèctrodes en l’electrolitzador supercrític tipus AEM.

Niveles



Madurez ?



Desarrollo Software

Con el apoyo de

High Performance Computing Cluster HPC - JFF

El CTTC-UPC High Performance Computing Cluster JFF es una infraestructura de cálculo numérico masivo que actualmente dispone de 3144 procesadores paralelos, junto con un sistema de almacenamiento e intercambio de archivos en paralelo de altas prestaciones con más de 240 Terabytes brutos de capacidad. para la simulación de Dinámica de Fluidos Computacional y Transferencia de Calor (CFD&HT) en general y de fenómenos y procesos de H2 en particular. JFF puede trabajar con códigos de simulación en abierto como OpenFoam, con códigos de pago como ANSYS FLUENT y con códigos propios como TermoFluids (altamente escalable y paralelizable para casos que requieren un alto coste computacional).



Problemática que resuelve

En estos momentos el CTTC se está llevando a cabo simulaciones de Dinámica de Fluidos Computacional para: La gestión térmica de elementos con alto intercambio de calor (refrigeración electrónica, PEM, etc.). Modelos electroquímicos y de transferencia de calor en Dinámica de Fluidos Computacional (CFD&HT) aplicados a los fenómenos Simulación numérica de llamas de combustión de H2 al máximo nivel. Simulación numérica y Desarrollo de modelos de digital twin para la acumulación de H2 en tanques destinados desde el uso industrial hasta aplicaciones de transporte como la aviación

Ámbito de aplicación en mercado

- Fabricantes y usuarios de pilas combustibles Sectores de uso directo del H2 como combustible
- Fabricantes y usuarios de tanques de almacenamiento de H2
- Sectores para el uso del H2 como feedstock donde el comportamiento térmico-fluidodinámico es clave.



Publicaciones principales

- J. Liu, J. Ruano, E. Schillaci, C.D. Pérez-Segarra, J. Rigola, “Simulaciones de combustión y flujos de aire de un horno industrial para la fabricación de artículos sanitarios” Conferencia Internacional de Turbulencia, Transferencia de Calor y Masa, Roma 2023.
- X.Álvarez, A.Gorobets y F.X.Trias. “Una implementación paralela jerárquica para computación heterogénea. Aplicación a simulaciones CFD basadas en álgebra en supercomputadoras híbridas”. Informática y fluidos, 214:104768, 2021.

Proyectos relacionados

- H2ELIOS Hydrogen lightweight & innovative tank for zero-emission aircraft CleansSky Aviation Joint Undertaking (2023-2025)
- PERTE Cadena de Valor H2 Almacenamiento de H2 renovable (2023-2025)

Niveles



Madurez
TRL 4



Desarrollo
Laboratorio

Con el apoyo de



Creación, aplicación y análisis de herramientas para promover el conocimiento del hidrógeno verde, la aceptación social de los proyectos y el uso de las tecnologías y productos derivados

Análisis social y comunicativo previo del entorno en el que se quiere desarrollar el proyecto mediante encuestas, grupos de discusión y dinámicas de participación pública y co-creación de propuestas consensuadas para garantizar su perdurabilidad en el tiempo.

Diseño y aplicación de herramientas, campañas de marketing social y acciones comunicativas destinadas a promover el conocimiento del hidrógeno verde y mejorar la percepción, aceptación y uso entre la población de las tecnologías y productos derivados.

Evaluación del impacto y de los resultados obtenidos con las herramientas aplicadas.

Problemática que resuelve

- Promoción del conocimiento del potencial del hidrógeno verde en la lucha contra el cambio climático.
- Promoción del conocimiento del papel del hidrógeno verde en la descarbonización de la economía.
- Información sobre los procesos industriales, aplicaciones y usos del hidrógeno verde y su impacto (balance riesgos/beneficios).
- Definición de frames (marcos de interpretación) para enmarcar el debate entre las partes implicadas.
- Mitigación de los efectos NIMBY (Not In My Back Yard) y BANANA (Build Absolutely Nothing Anywhere Near Anything) promoviendo el diálogo y minimizando el conflicto para ahorrar inversiones de tiempo y capital.
- Identificación de la desinformación y contraste de noticias falsas.

Ámbito de aplicación en mercado

Proyectos de desarrollo de instalaciones de producción, almacenamiento, distribución y consumo de hidrógeno verde.



UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

Publicaciones principales

- Vallejos-Romero, A.; Cordoves-Sánchez, M.; Cisternas, C.; Sáez-Ardura, F.; Rodríguez, I.; Aledo, A.; Boso, Á.; Prades, J.; Álvarez, B. Green Hydrogen and Social Sciences: Issues, Problems, and Future Challenges. Sustainability 2023, 15, 303. <https://doi.org/10.3390/su15010303>

Niveles



Madurez
TRL 9



Protección
Acuerdo de
confidencialidad

Con el apoyo de



xarxah2cat.org



Promotores



Entidades socias



Con el apoyo de



Esta red de I+D+i que da apoyo a la valorización y transferencia está financiada por la agencia de gestión de ayudas universitarias y de investigación de la Generalitat de Catalunya.