Proyecto cofinanciado
LIFE13 ENV/ES/000280

Universidad Zaragoza

rewind renewable energy in the wine industry

Curso extraordinario Universidad de Zaragoza

Energía renovable, electricidad e hidrógeno: presente y futuro de la energía en el medio rural y la maquinaria agrícola

Huesca, 30 junio-1 julio 2016

Curso

“Sostenibilidad energética en el sector agropecuario: el caso vitivinícola”

Patrocinadores

NEW HOLLAND AGRICULTURE

Colegio Oficial de Ingenieros Agrónomos DE ARAGÓN, NAVARRA Y PAÍS VASCO

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS TÉCNICOS AGRÍCOLAS Y PERITOS AGRÍCOLAS DE ARAGÓN

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS TECNICOS INDUSTRIALES DE ARAGON

ORDUÑA Suministros Fotovoltaicos

Producción y uso de hidrógeno en el medio rural

L. Valiño

LIFTEC (CSIC - Universidad de Zaragoza)

Energía renovable, electricidad e hidrógeno: presente y futuro de la energía en el medio rural y en la maquinaria agrícola

Huesca, 30 junio 2016

Table of contents

1. Introducción
2. Energía solar fotovoltaica
3. Sistema de generación de hidrógeno
4. Vehículo híbrido pila PEM - baterías
5. Conclusiones

Table of contents

1. Introducción
2. Energía solar fotovoltaica
3. Sistema de generación de hidrógeno
4. Vehículo híbrido pila PEM - baterías
5. Conclusiones

Table of contents

1. Introducción
2. Energía solar fotovoltaica
3. Sistema de generación de hidrógeno
4. Vehículo híbrido pila PEM - baterías
5. Conclusiones

Table of contents

1. Introducción
2. Energía solar fotovoltaica
3. Sistema de generación de hidrógeno
4. Vehículo híbrido pila PEM - baterías
5. Conclusiones

Table of contents

1. Introducción
2. Energía solar fotovoltaica
3. Sistema de generación de hidrógeno
4. Vehículo híbrido pila PEM - baterías
5. Conclusiones

Section Index

1. Introducción
2. Energía solar fotovoltaica
3. Sistema de generación de hidrógeno
4. Vehículo híbrido pila PEM - baterías
5. Conclusiones

REWIND (proyecto LIFE)

- Producción, almacenamiento y uso de hidrógeno

Sistemas rentables de energía renovable
de pequeña escala
en la industria agroalimentaria
y las áreas rurales:
una demostración en el sector vitivinícola

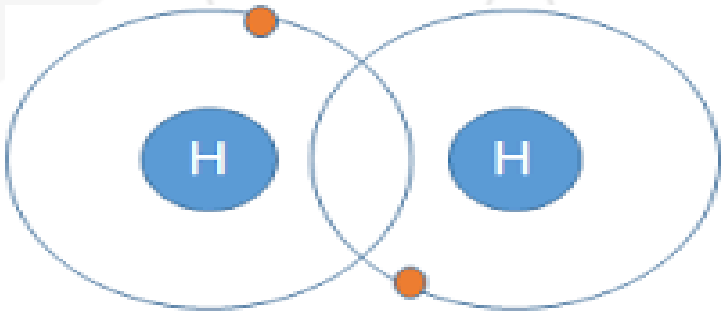
rewind

Proyecto cofinanciado
por la Unión Europea

LIFE13/ENV/ES/000260

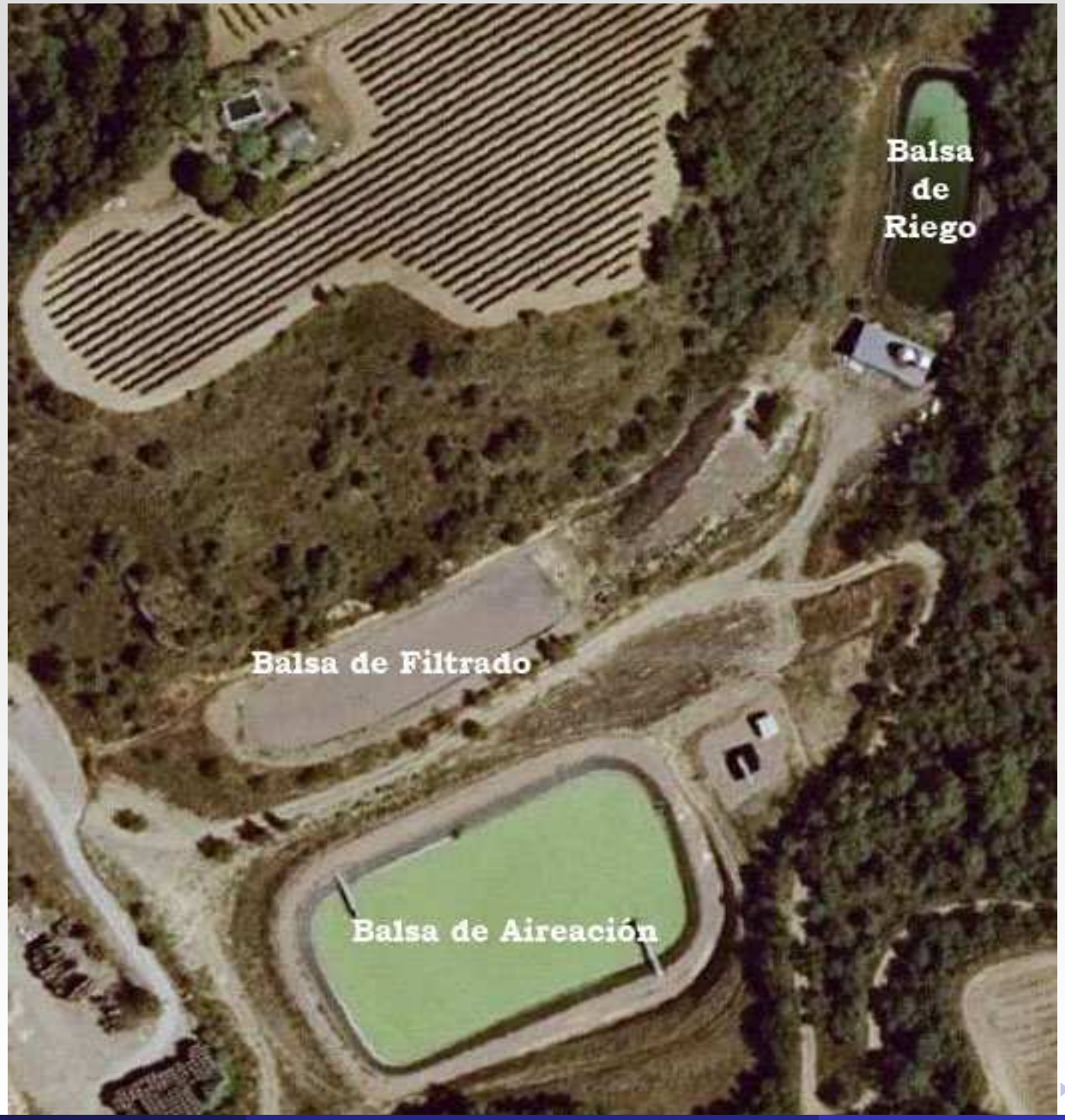
Hidrógeno (por qué)

- H_2O + 286 kJ/mol <—> H_2 + ½ O_2
- Convertidores: Electrolizador – Pila de combustible: agua y oxígeno
- No contaminante
- Almacenamiento: H_2vector energético



H_2

Localización



Section Index

1. Introducción
2. Energía solar fotovoltaica
3. Sistema de generación de hidrógeno
4. Vehículo híbrido pila PEM - baterías
5. Conclusiones

Paneles solares: fijos, con seguidor solar, flotantes

fijos 10,8 kWp

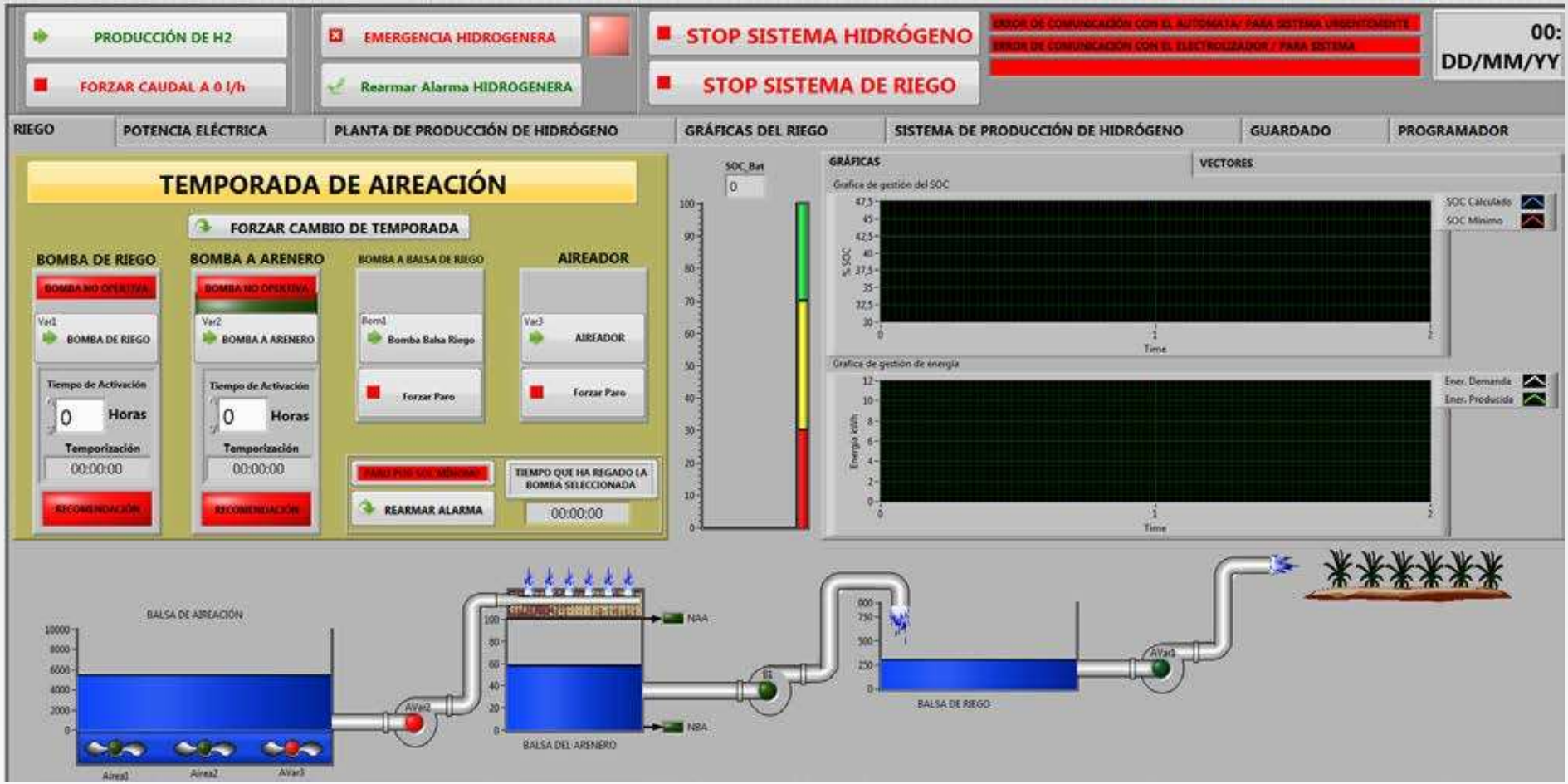
con seguidor 10,8 kWp

flotantes 21,6 kWp

Localización

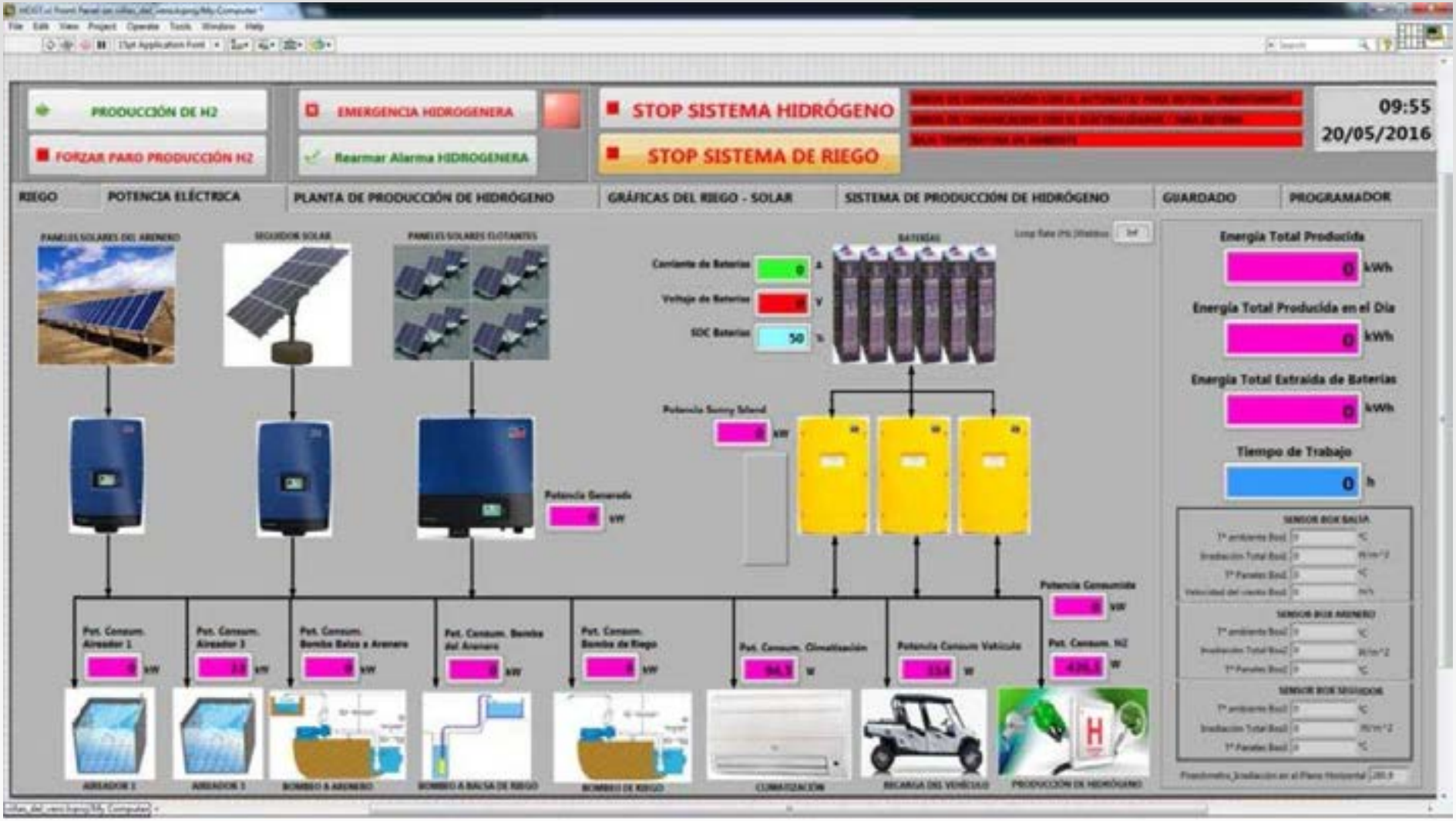
1. Bombas de riego (verano) $\rightarrow$sin costes término fijo factura eléctrica
2. Aireadores en balsa de depuración
3. Exceso: Generación de hidrógeno $\rightarrow$vehículo agrícola pila de combustible PEM

Bombas de riego y aireadores

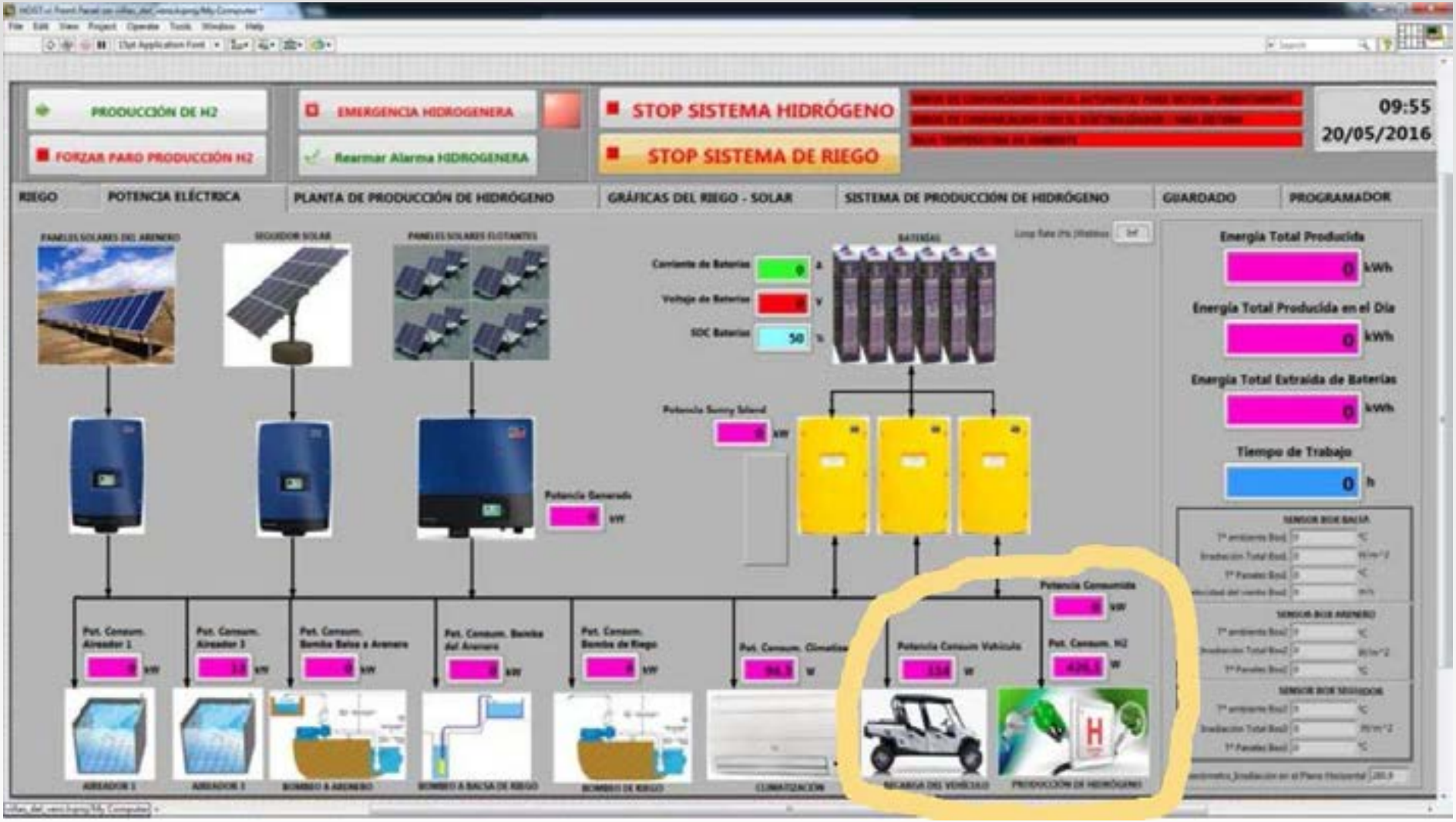


Sistema de alamcenamiento de baterías

Alimentación eléctrica del sistema de generación de hidrógeno



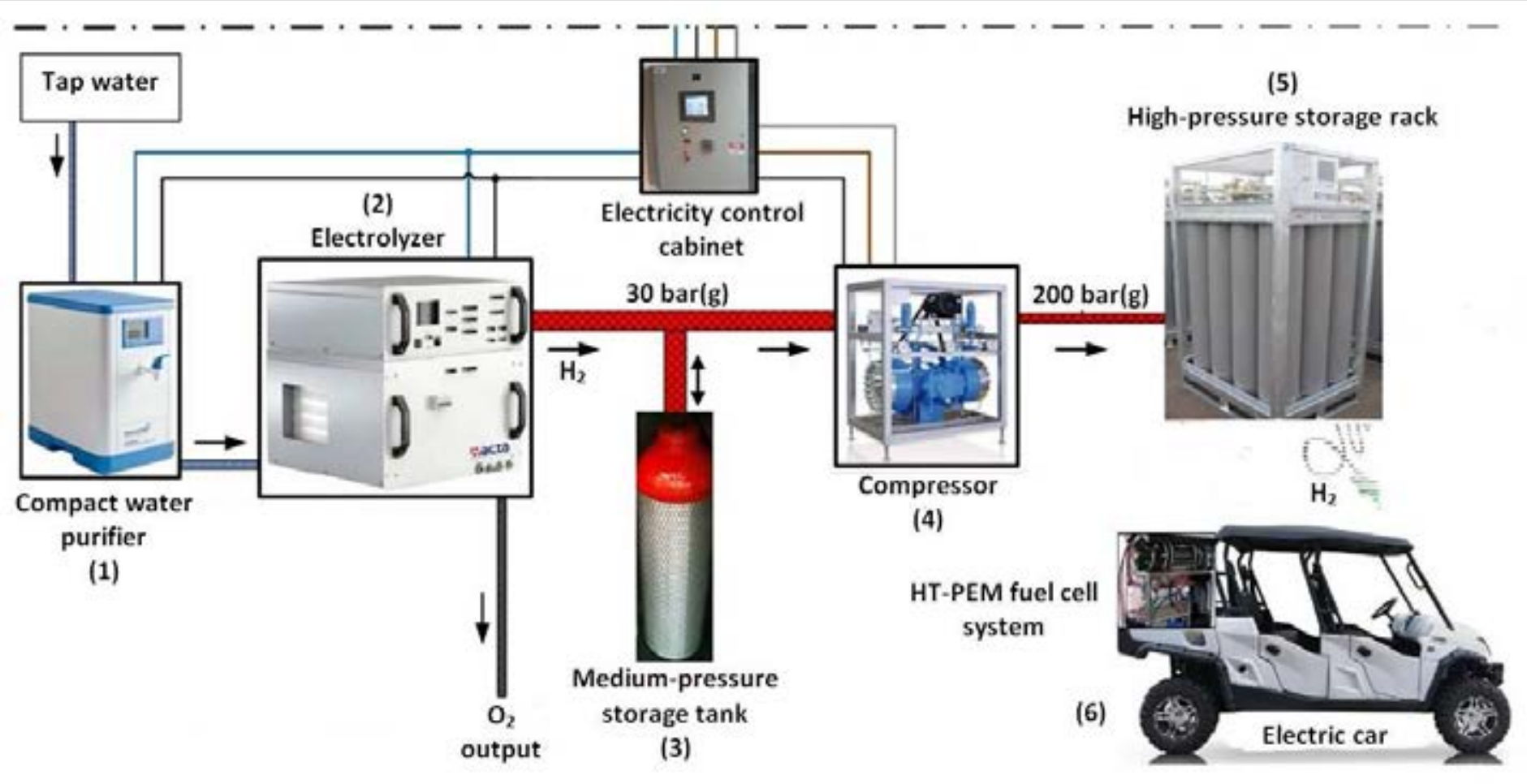
Alimentación eléctrica del sistema de generación de hidrógeno



Section Index

1. Introducción
2. Energía solar fotovoltaica
3. Sistema de generación de hidrógeno
4. Vehículo híbrido pila PEM - baterías
5. Conclusiones

Sistema de generación y almacenamiento de hidrógeno

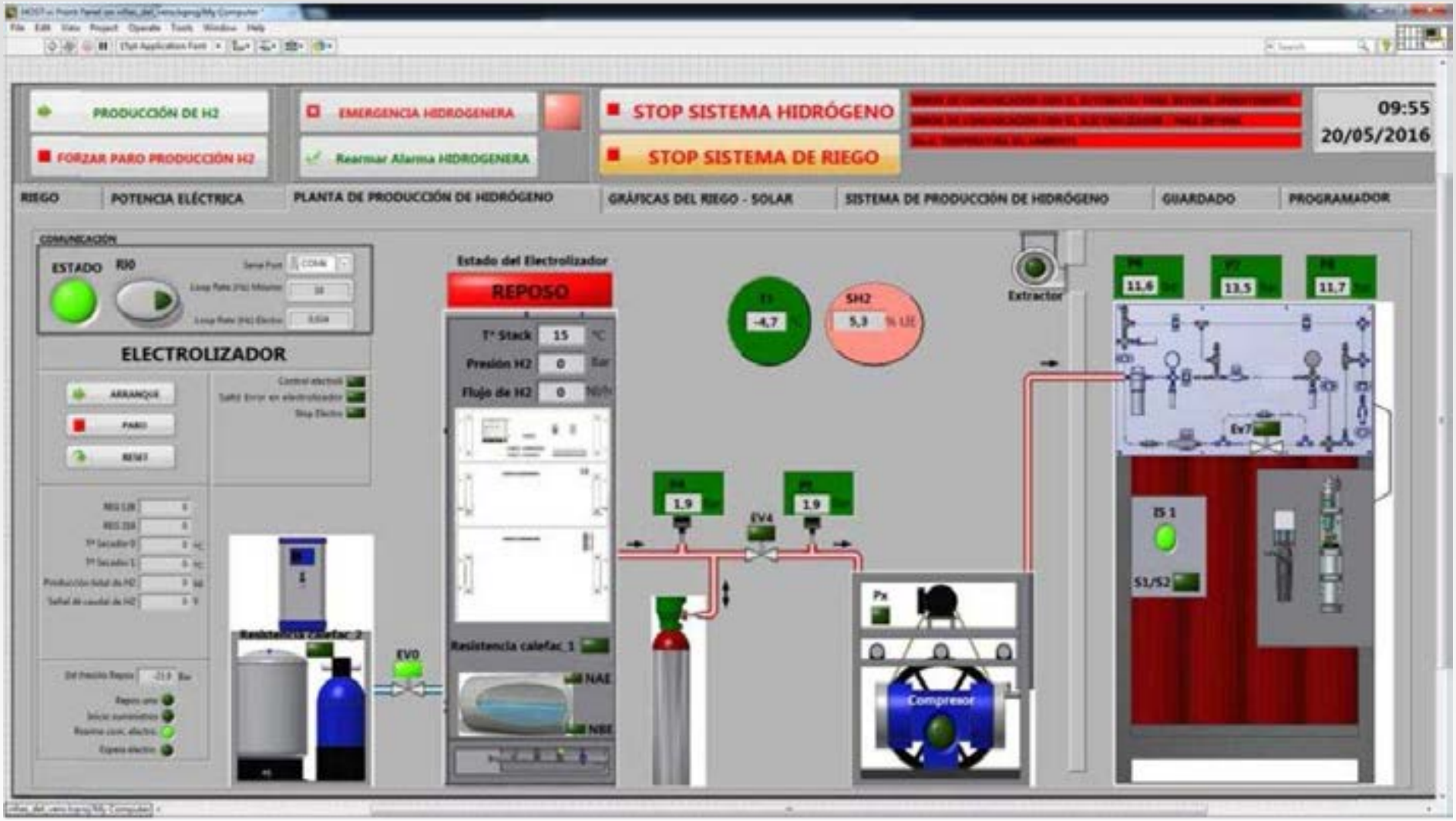


Ubicación del sistema de generación de hidrógeno

Ubicación del sistema de generación de hidrógeno

Ubicación del sistema de generación de hidrógeno

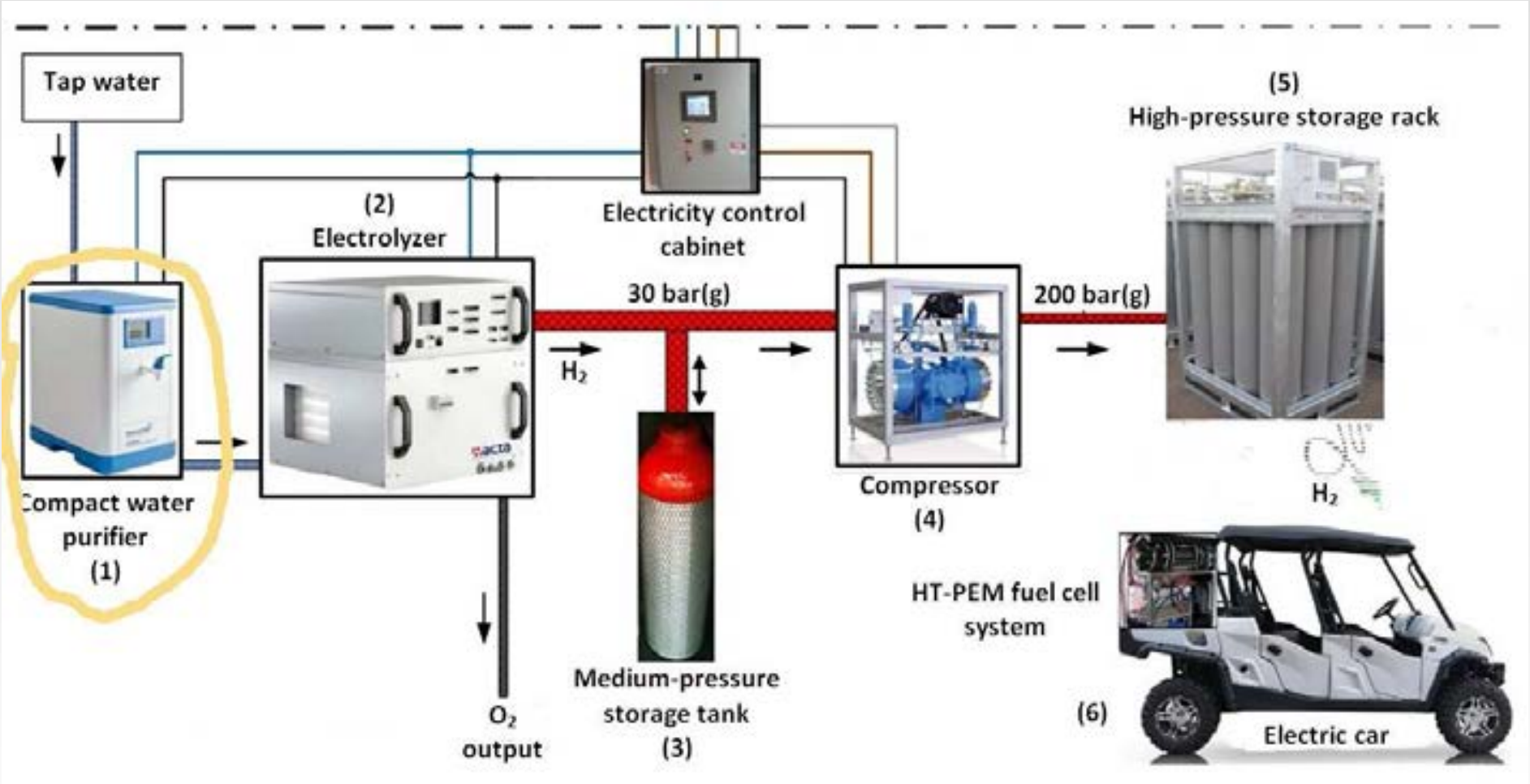
Sistema de generación y almancenamiento de Hidrógeno



Principios de diseño: control y **S**eguridad):

- Parada de emergencia manual
- Equipos ATEX
- Sensores de hidrógeno en caseta $\rightarrow$Parada y ventilación de emergencia
- Válvulas antiretorno y de sobrepresión
- Control computacional completo con pantalla táctil de manejo intuitivo
- Control remoto por internet (Teamviewer: Windows, Android)
- Sensores de temperatura en caseta (bomba de calor)
- Sensores de temperatura en interior de equipos (disparan resistencia eléctrica interna)
- Sensores de presión y temperatura
- Almancenamiento de datos de operación para análisis
- Sincronización máxima hidrolizador-compresor
- Rearranque automático...

Purificador de agua

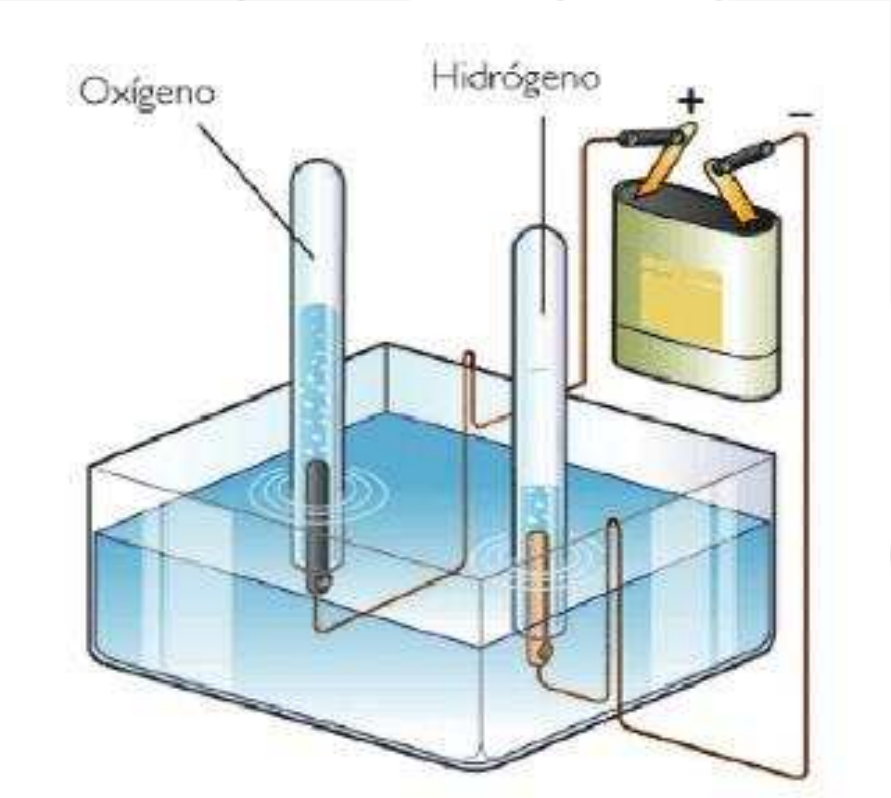


1. nanofiltración
2. desionización
3. ósmosis inversa

Conductividad del agua menor que 1μS/cm (tipo II grado analítico) , Flujo 3 l/h.

Generación H_2 de renovables

- H_2O + 286 kJ/mol <—> H_2 + ½ O_2
  Energía eléctrica
- Electrólisis

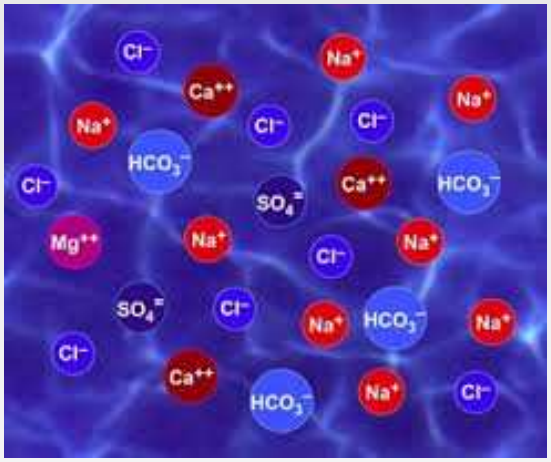


Universidad Zaragoza

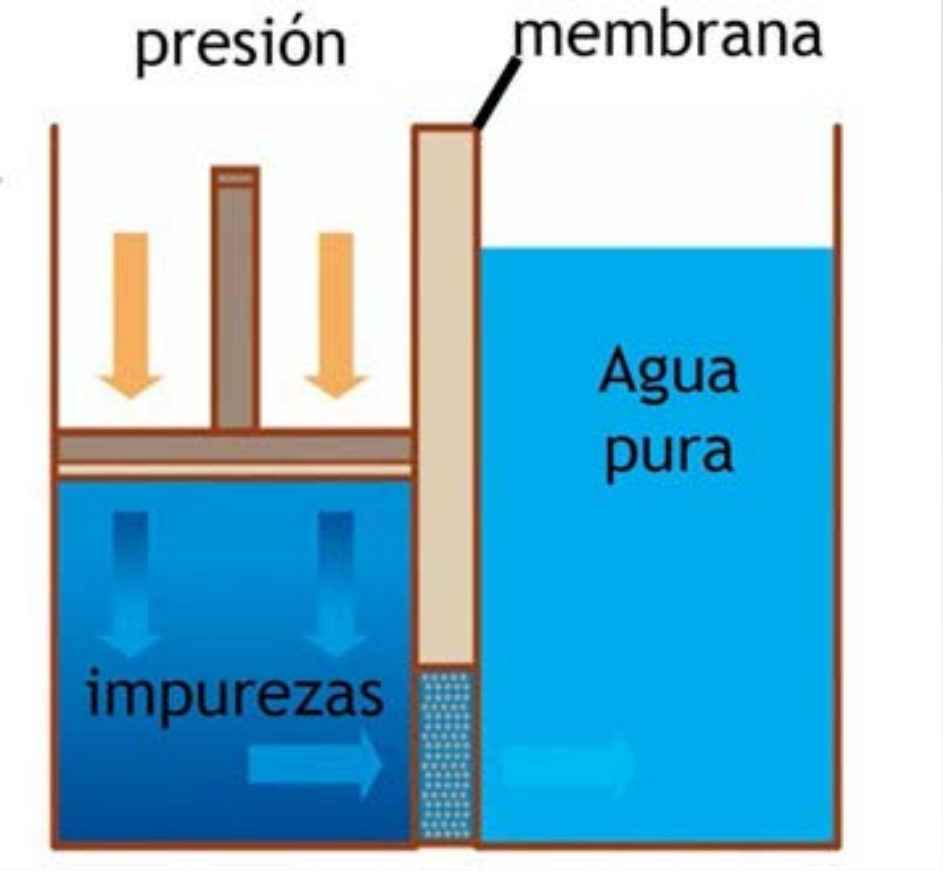
rewind

Particulas + Iones

$\rightarrow$

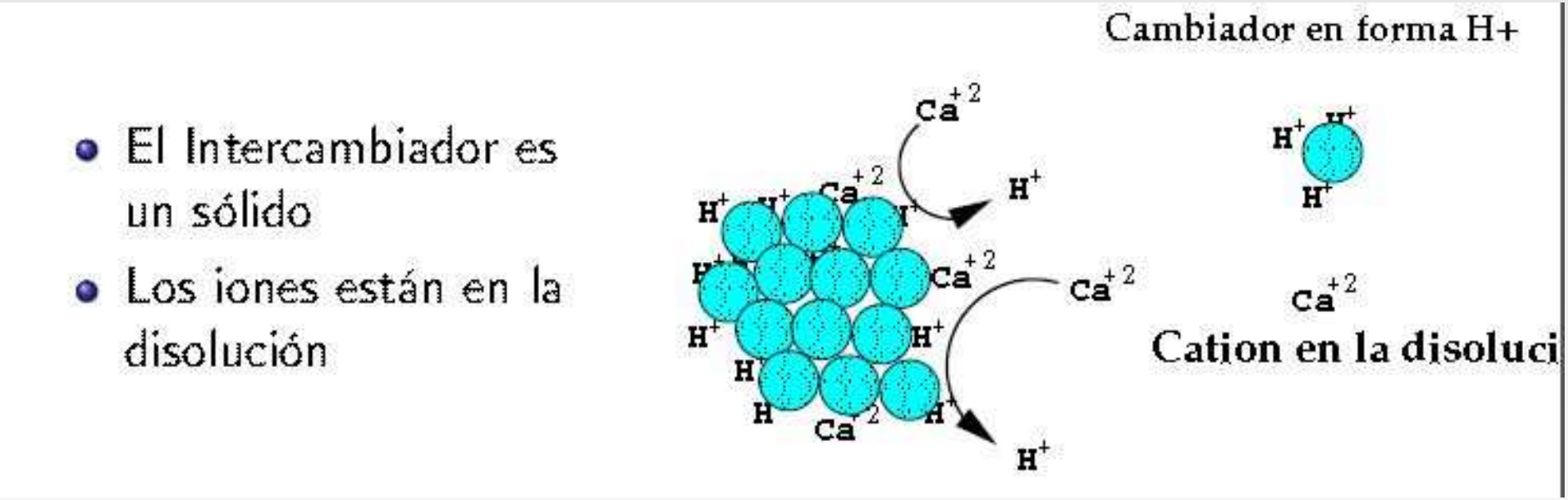


1. Nanofiltración: de 10 a 100 Å
2. Ósmosis inversa: (Hiperfiltración): de 1 a 10 Å

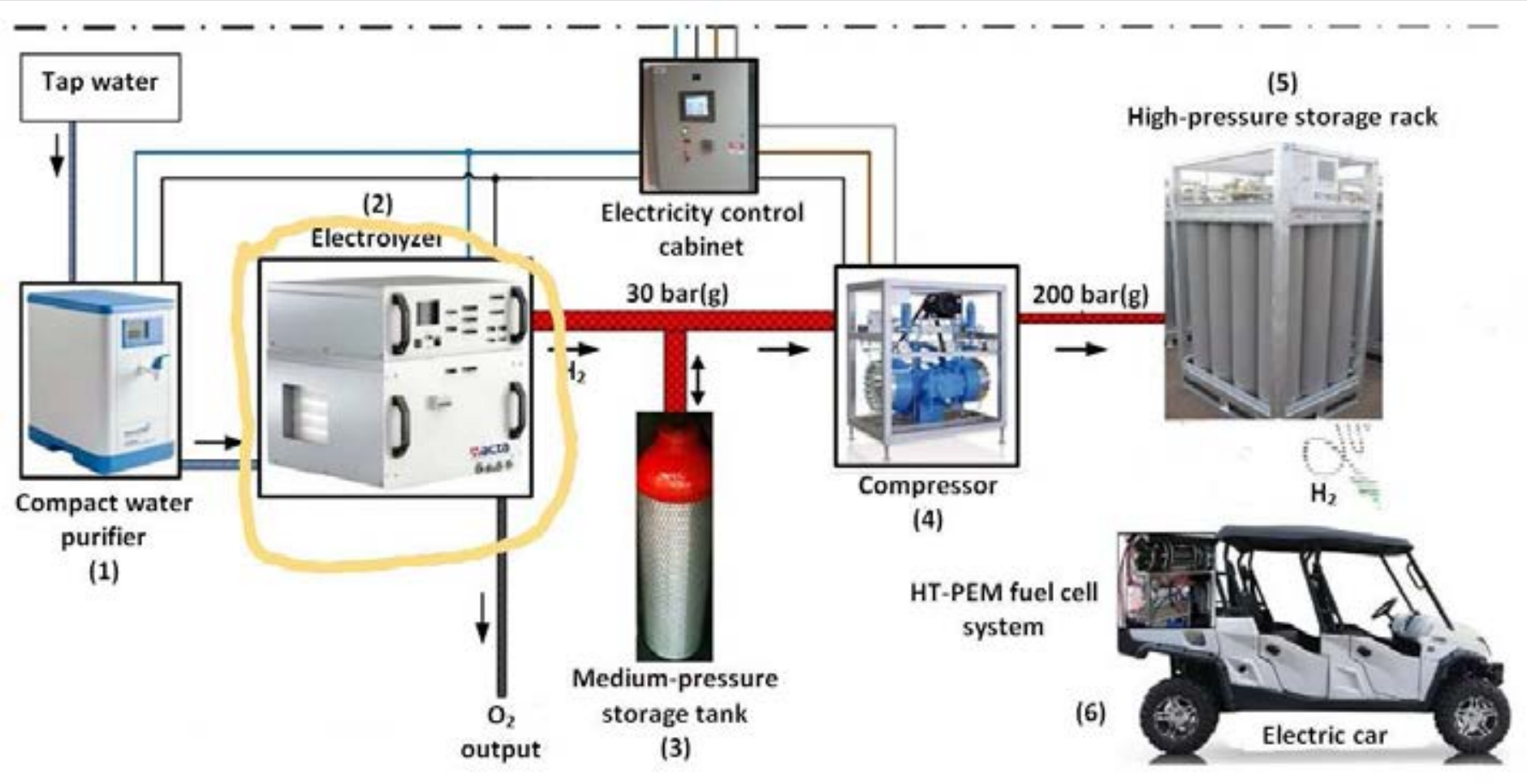


Se almacena en depósito

Al demandar agua del depósito:
Columna catiónica: resina cede H^+ toma iones +
Columna iónica: resina cede OH^- toma iones -



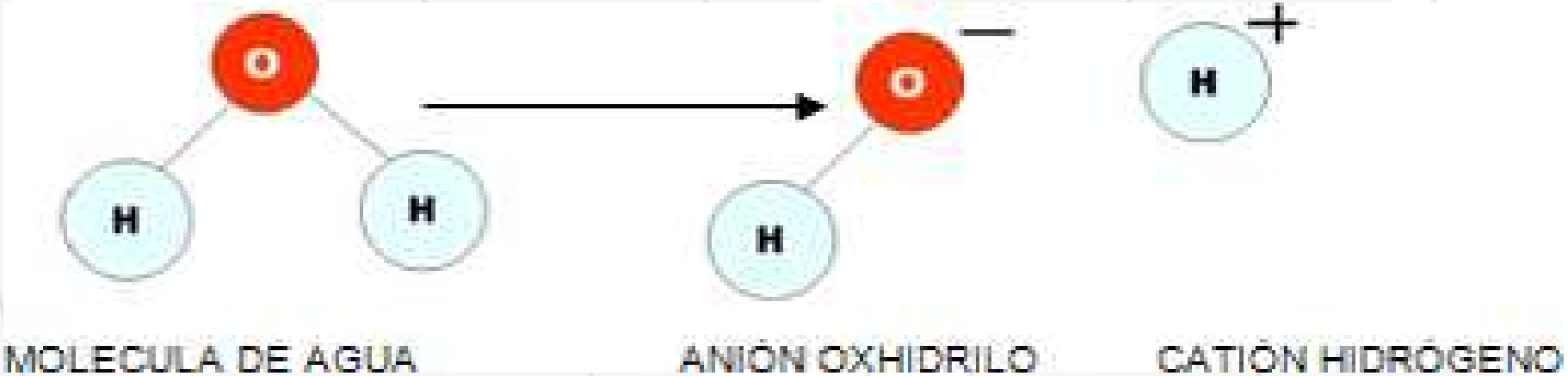
Electrolizador



- Membrana de intercambio de iones OH^-
- No usa KOH (K2CO3KHCO3,1 %), no necesita metales nobles
- Agua de entrada: hasta 10 μS/cm
- Monofásico 220 V
- Pureza (con secador) 99,999 %
- Consumo 2,9 kWh

Producción de hidrógeno: 500 lN/h, 30 bar, se necesitan 0.4 l/h

Disociación del agua



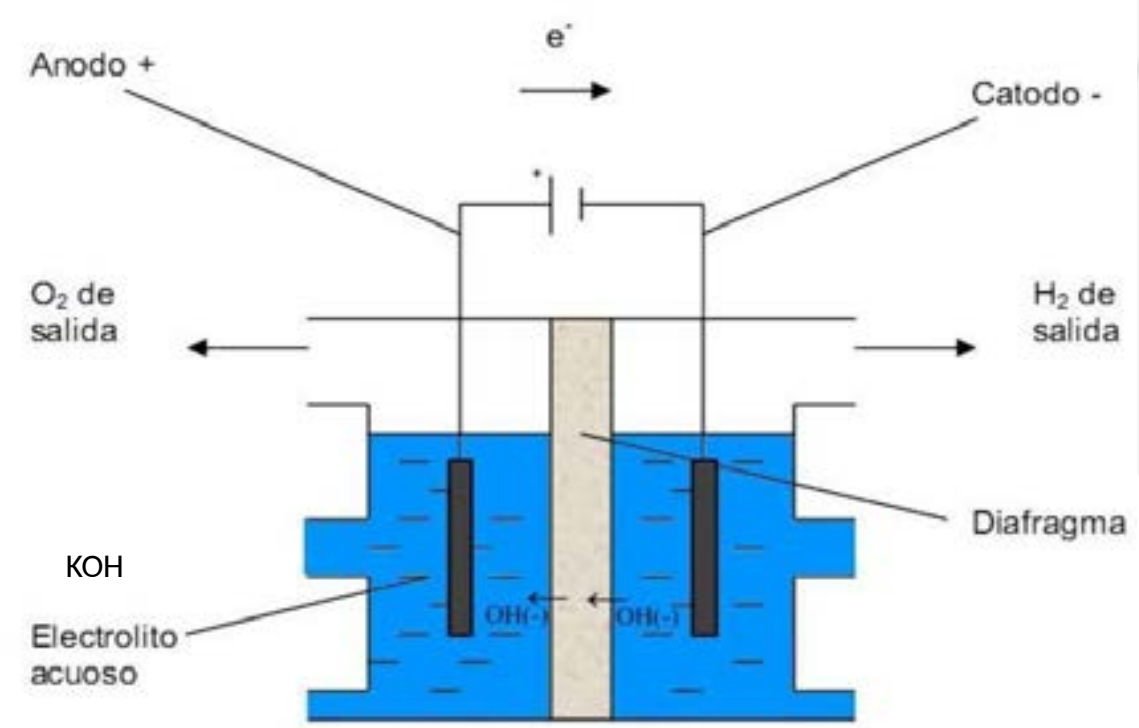
$$H_2O \quad <\!\!-\!\!> \quad OH^- + H^+$$

Producto iónico=$K_w = [OH^-][H^+] = 10^{-14}$

Electrolisis

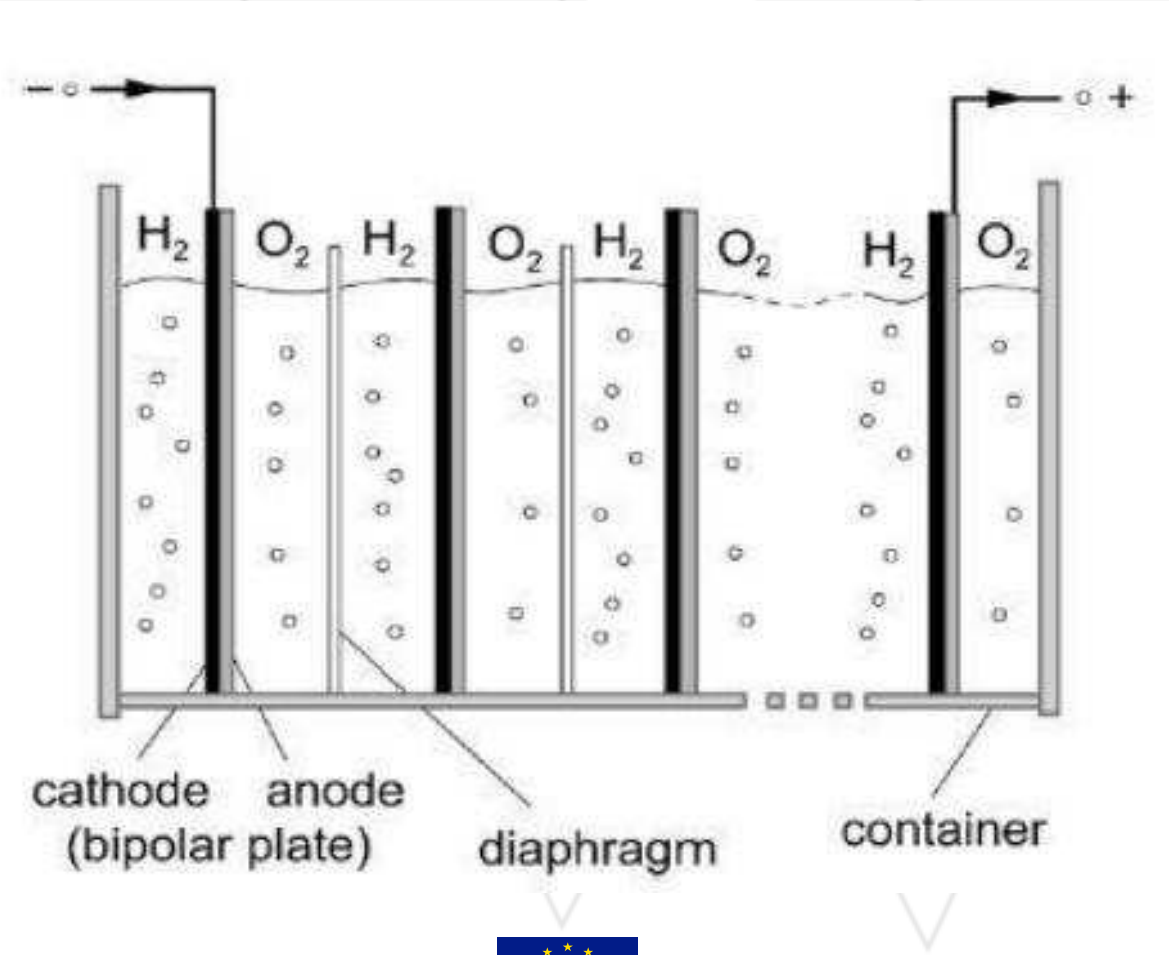
$$2\ OH^- \rightarrow \tfrac{1}{2}\ O_2 + H_2O + 2\ e^-$$ Ánodo (+)

$$2\ H_2O + 2\ e^- \rightarrow H_2 + 2\ OH^-$$ Cátodo (-)



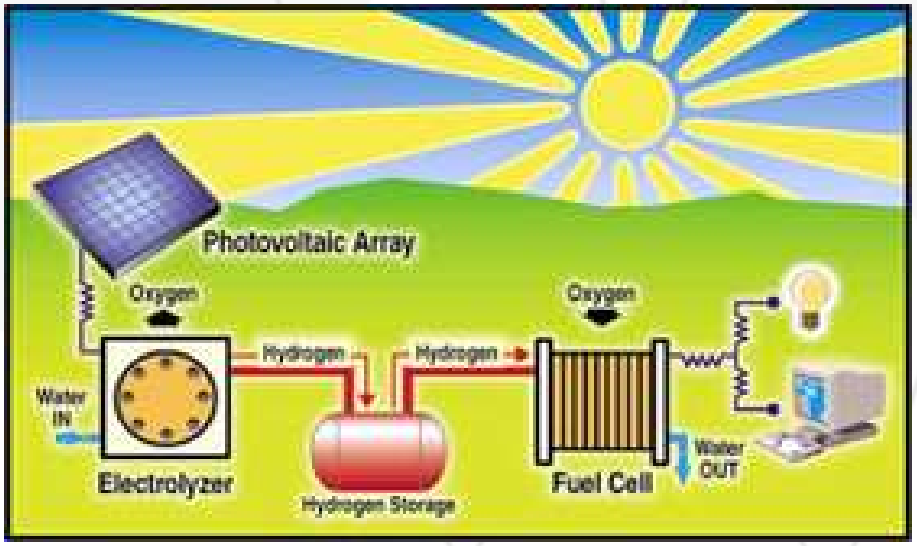
Electrolizador (alcalino)

- Electrólisis “a gran escala”



Electrolizador

- Electrólisis “a gran escala”
- H_2O + 286 kJ/mol —> H_2 + ½ O_2
- Agua + Electricidad —> Hidrógeno



Electrolizador

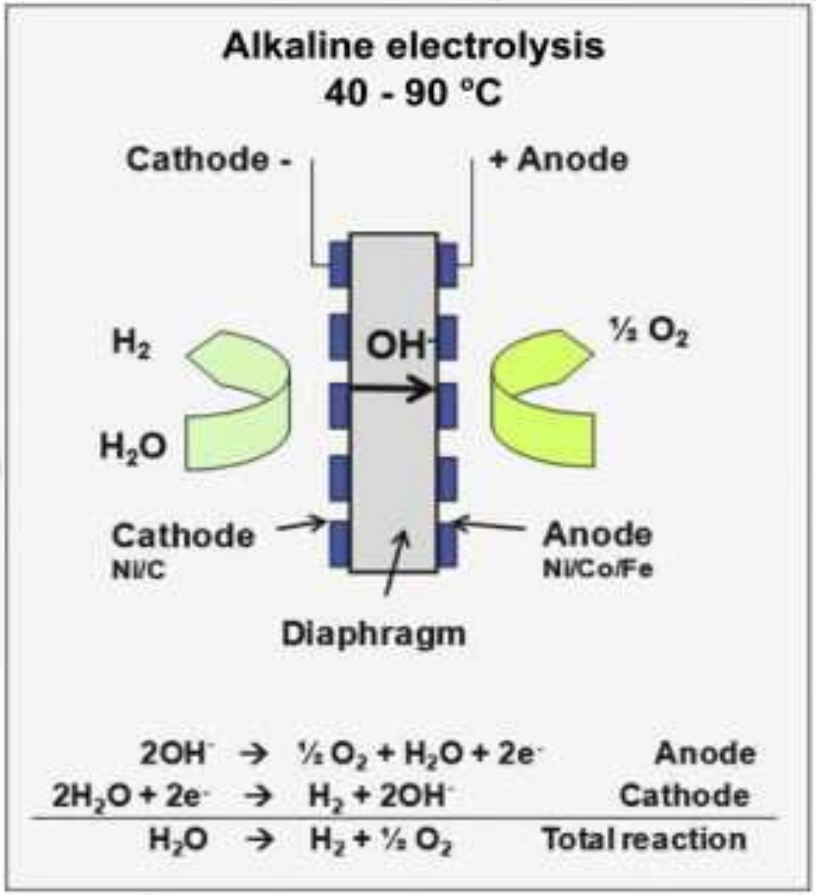
- Tipos de electrolizadores
  - > Alcalino (visto) (AEM)
  - Óxido sólido (alta temperatura)
  - >PEM (Membrana de intercambio de protones)
  - Electrolizador gravitacional (?)

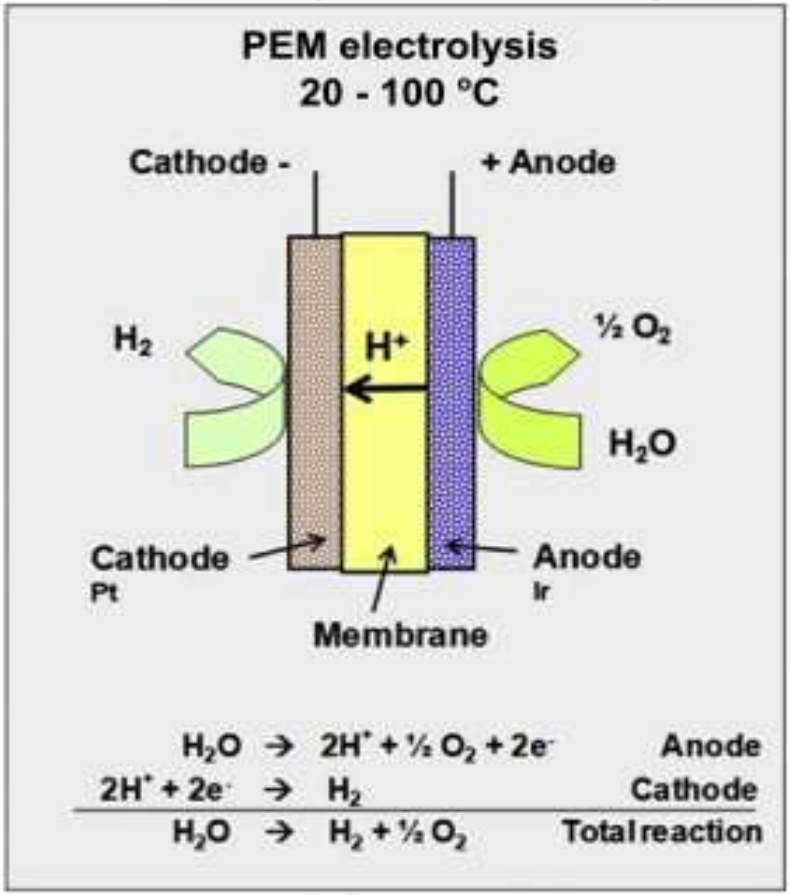
Eficiencias alcalino: 50%-75%

Duración alcalino: hasta 90.000 h

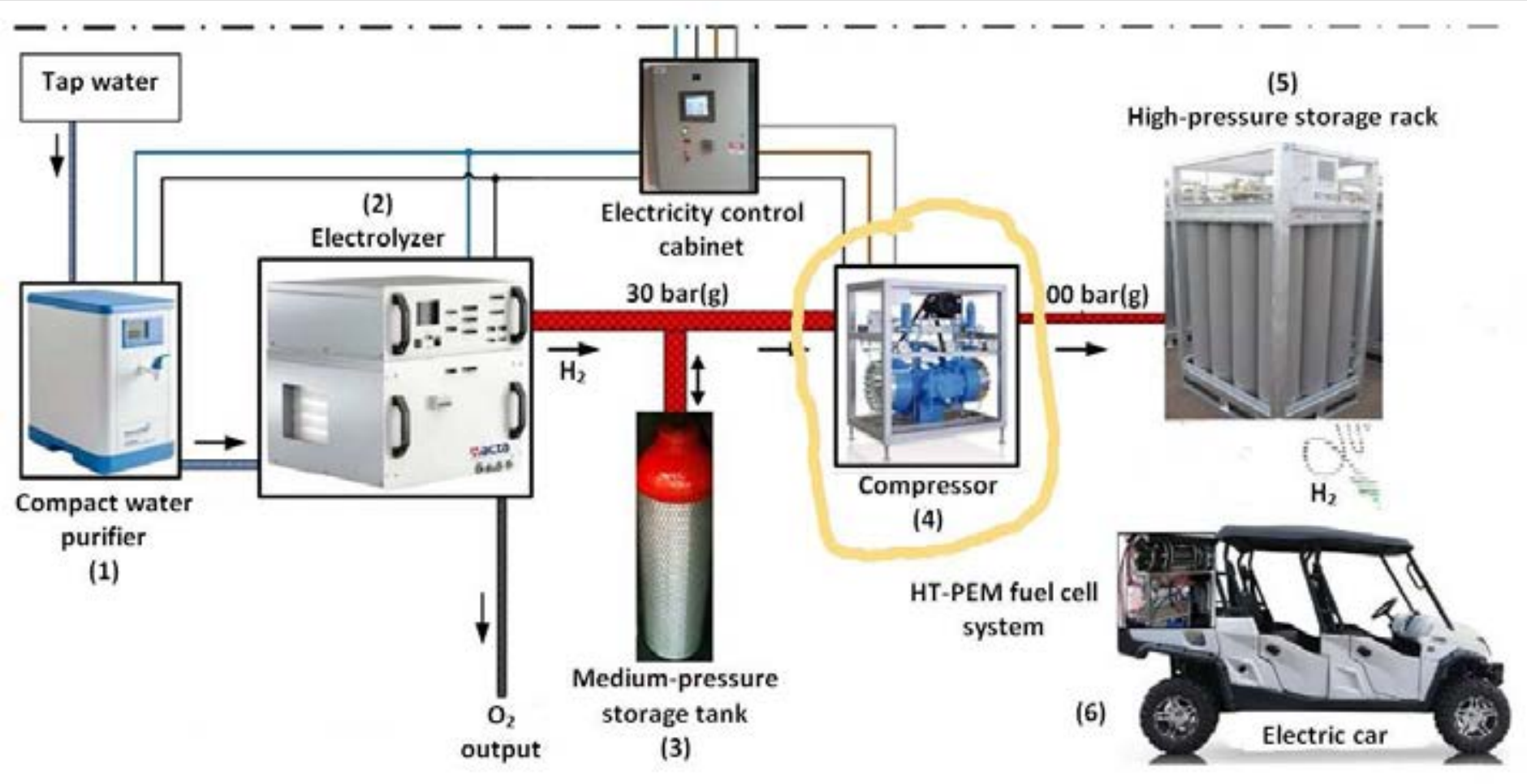
Envenenamiento CO_2

Tecnologías “válidas” Electrolizador





Sistema de generación y almacenamiento de hidrógeno

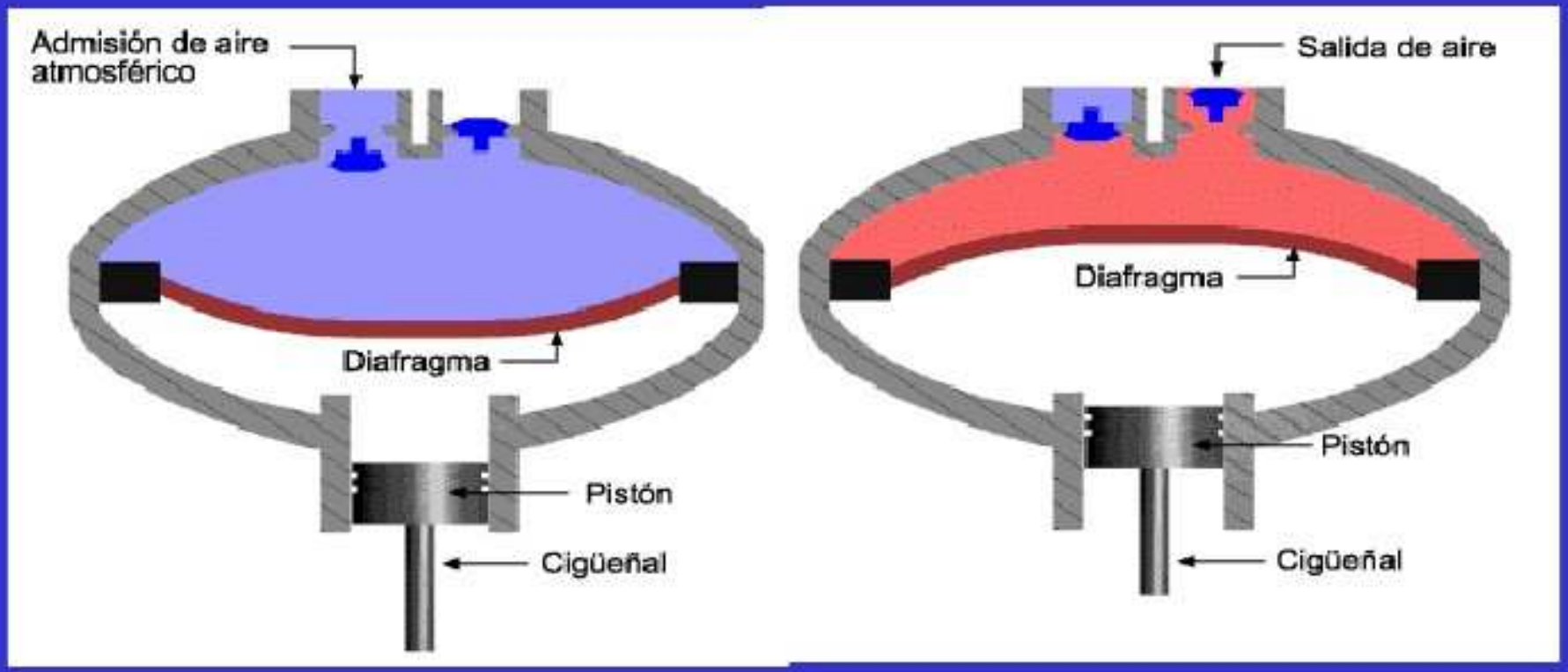


Toma de la botella de almacenamiento intermedio

- Diafragma metálico
- Presión de entrada: 10 - 30 Bar
- Presión de salida: Hasta 201 Bar
- Caudal máximo: 500 lN/h

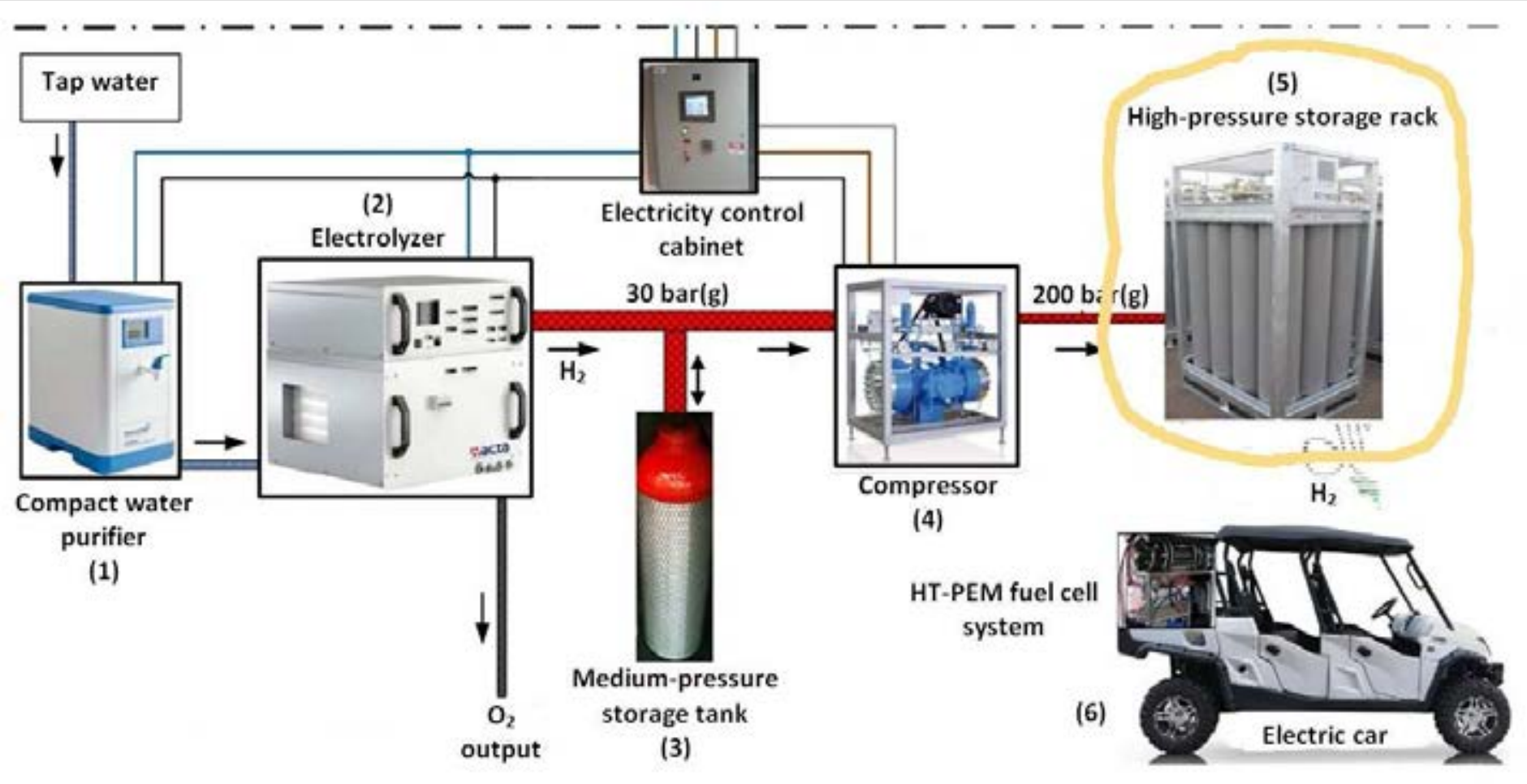
Caudal: 500 lN/h, presión de salida 200 Bar

COMPRESOR DE DIAFRAGMA



- Libre de aceite

Sistema de generación y almacenamiento de hidrógeno



Rack

- 12 botellas de 50 l de capacidad
- Presión: hasta 200 Bar
- Adaptado al suministro de hidrógeno: surtidor “seguro”

Tabla I. Densidades de energía de varios combustibles

	Combustible	Energía específica (kWh/kg)	Densidad de Energía (kWh/l)
	Hidrógeno (l) (20 K)	33,33	2,359
	Hidrógeno (g) (150 atm)	33,33	0.4490
Gases (CNPT)	Hidrógeno	33,33	0,002993
	Metano	11,39	0,00997
	Gas Natural (82 - 93 % CH_4)	10,6 - 13,1	0,0088 – 0,0104
	Etano	14,42	0,02024
	Propano	12,88	0,02589
	Butano	12,7	0,03439
Líquidos	Gasolina	≈ 12,0	≈ 8,8
	Benceno	11.75	10,33
	Etanol	8,251	6,510
	Metanol	5,47	4,44
	Amoníaco (l)	5,706	3,41
Sólidos	Carbón	8,717	≈ (15 - 20)
	Madera	4,756	≈ (2,8 - 5,6)

Universidad Zaragoza 1542

rewind

Depósitos a presión

- Hasta 700 bar
- Precio
- En transporte 1 kg H_2~ 5 l gasolina
- Volumen depósito ~ 2 gasolina
- Kevlar, acero, aluminio

1 kg de H_2 son 11,135 m^3 en condiciones normales

Section Index

1 Introducción

2 Energía solar fotovoltaica

3 Sistema de generación de hidrógeno

4 Vehículo híbrido pila PEM - baterías

5 Conclusiones

Coche híbrido pila PEM - baterías

Electric City Motor

ePath 7500

Características

Marca	ECM
Modelo	ePath 7500
Motor	7.5 Kw 72V
Baterías	Gel 72V 225Ah
Suspensión	Doble brazo independiente (2 ejes)
Frenos	Hidráulico de disco en ambos ejes
Neumáticos	Delanteros 26 x 9.00-14 Traseros 26 x 11.00-14
Dimensiones	3,630 x 1,640 x 2,130 mm
Distancia entre ejes	1,822 mm
Distancia al suelo	310 mm
Velocidad Max.	40 Km/h
Capacidad de carga	450 Kg
Nº de asientos	4
Ángulo de escalada	20º Máx.
Peso con baterías	800 Kg
Tiempo de recarga	8 horas
Autonomía	> 100 Km (a velocidad constante de 30 km/h)
Inclinación máx.	17º
Equipamiento (serie)	Dirección asistida Llantas de aluminio Parabrisas y limpia-parabrisas Cabestrante eléctrico frontal Media puerta Lámina antideslizante Plataforma de carga trasera basculante

Extras opcionales

Colores disponibles	
Neumáticos	Carretera o campo (reforzados)

ECM

ecoMuévete

100% eléctrico

cero emisiones, cero consumo, cero mantenimiento

Distribuido por:

902 702 998

info@electriccitymotor00.com

www.electriccitymotor00.com

www.ecomuevete.com

Síguenos

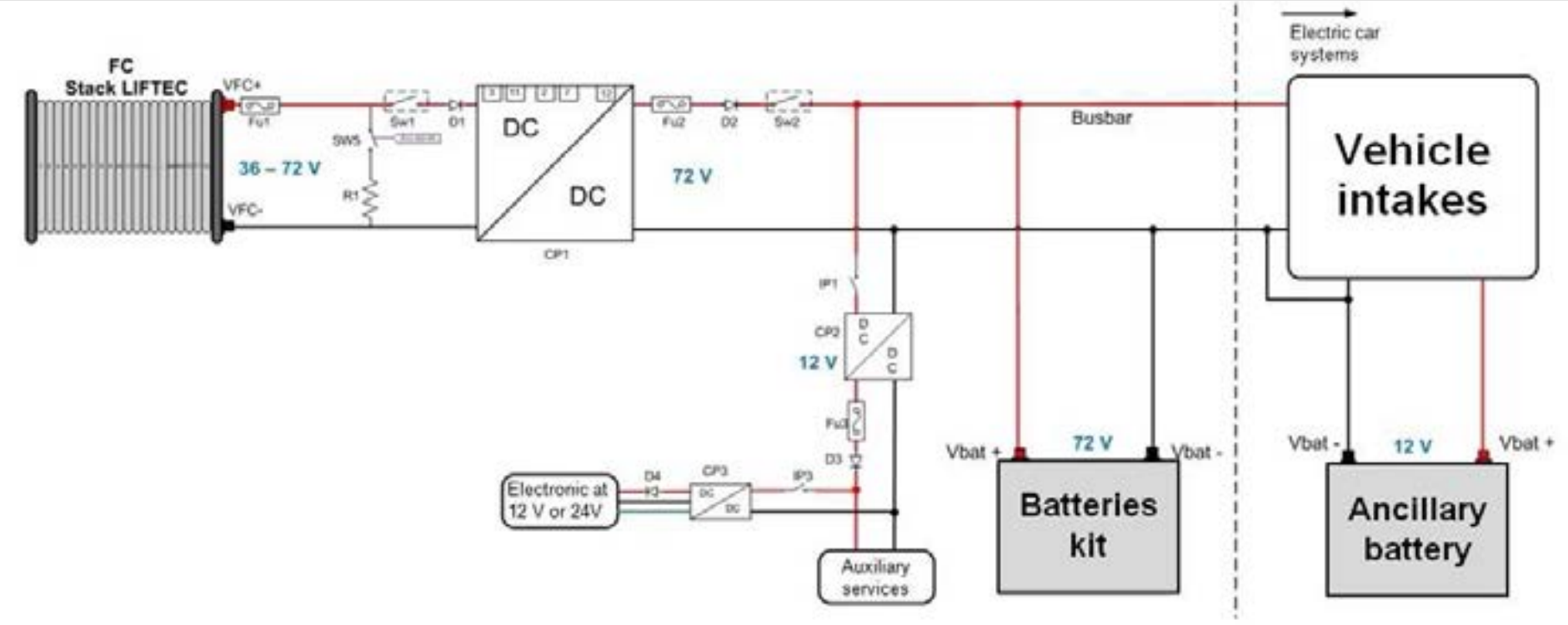
Vehículo original eléctrico

- Tracción a las cuatro ruedas, 4 plazas
- Uso agrícola
- 7.5 kW 72 V motor eléctrico
- 12 baterías tipo gel 225 A-h
- Autonomía: 100 km a 30 km/h (algo menos...)

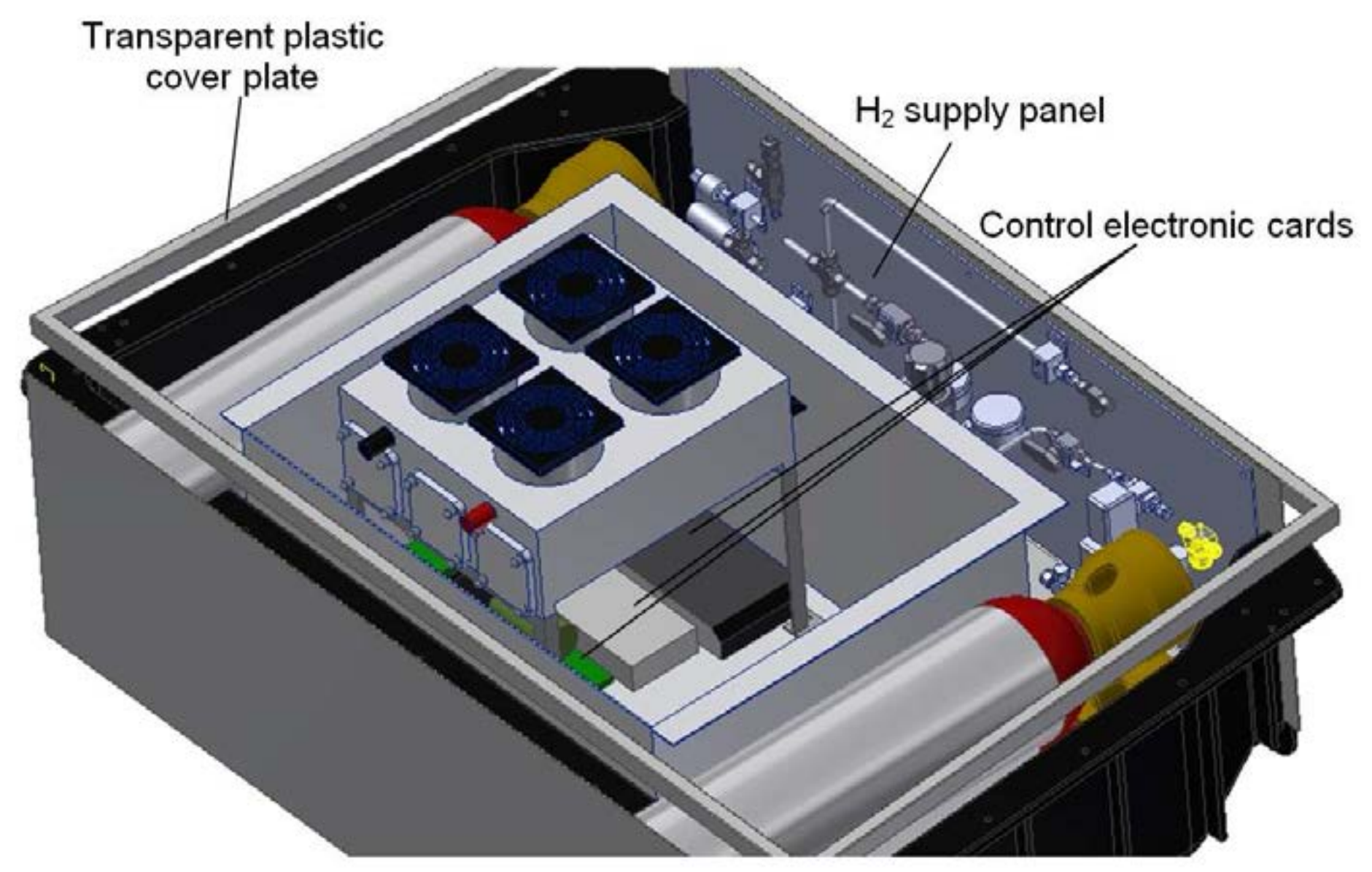
Pila HTPEM montada en el LIFTEC, 30 celdas Celtec P-1100, 3 kW

Parameters	Value	Unit
Batteries system		
Maximum energy stored in the batteries	15.400,00	Wh
Useful energy of the batteries	11.368,00	Wh
Range of the vehicle running at 30 km/h (only batteries)	2,71	h
FC stack system		
Efficiency of the DC/DC converter	95	%
Energy output from the FC stack	33.565,03	KJ
Energy output from the DC-DC converter	31.886,78	KJ
Useful energy of the FC stack	8857,44	Wh
Range of the vehicle running at 30 km/h (only FC stack)	2,11	h
Hybrid system		
Total stored energy	72.811,58	KJ
Range of the vehicle running at 30 km/h	4,82	h
Percentage of used energy from batteries	56,22	%
Percentage of used energy from FC stack	43,78	%

Esquema alimentación vehículo híbrido



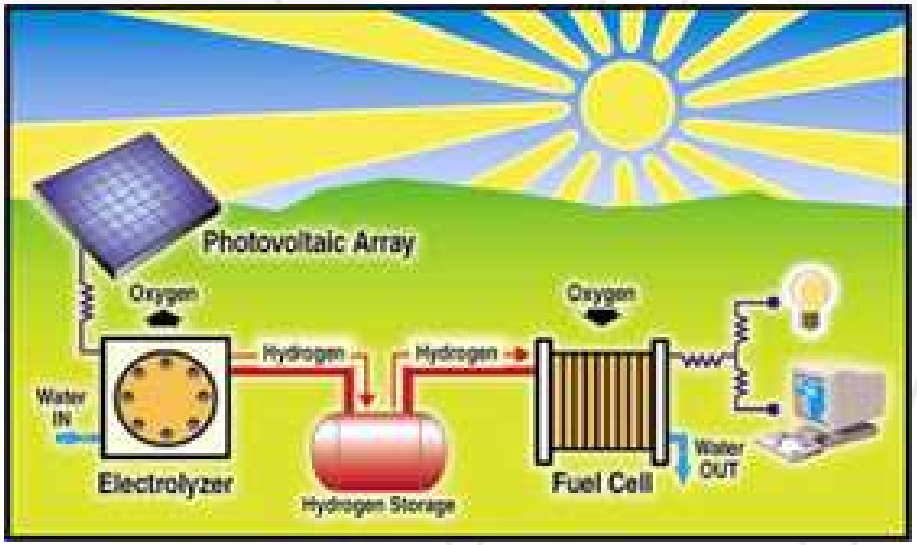
Esquema montaje vehículo híbrido



Esquema montaje vehículo híbrido

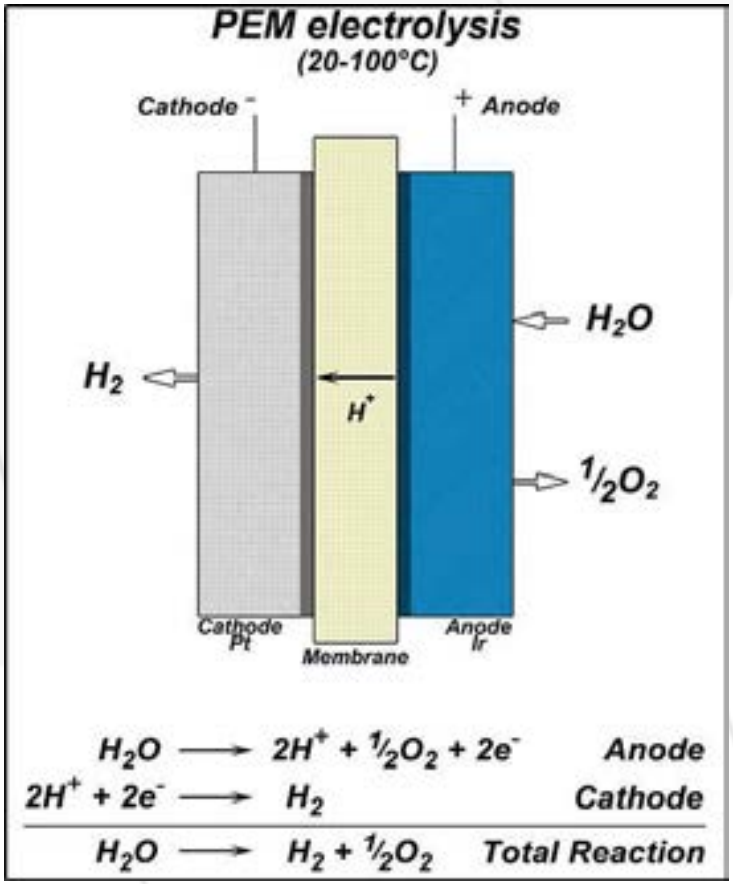
Pilas de combustible

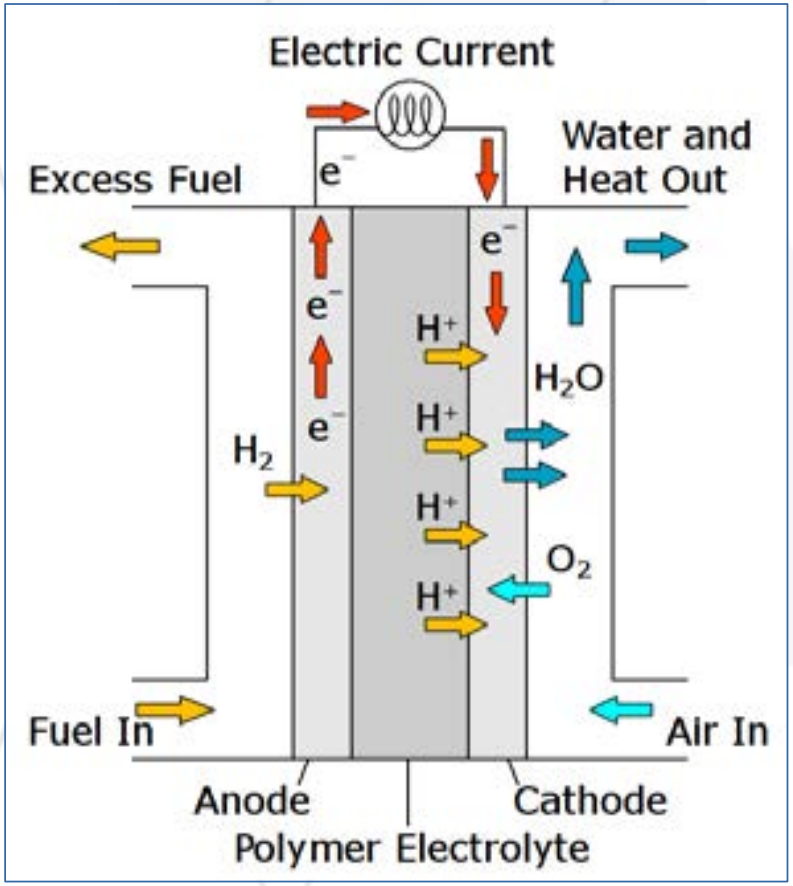
- “Reverso” electrolizador
- H_2O + 286 kJ/mol <— H_2 + ½ O_{2+}
- Agua + Electricidad <— Hidrógeno



Pilas de Combustible

“Reverso” del electrolizador



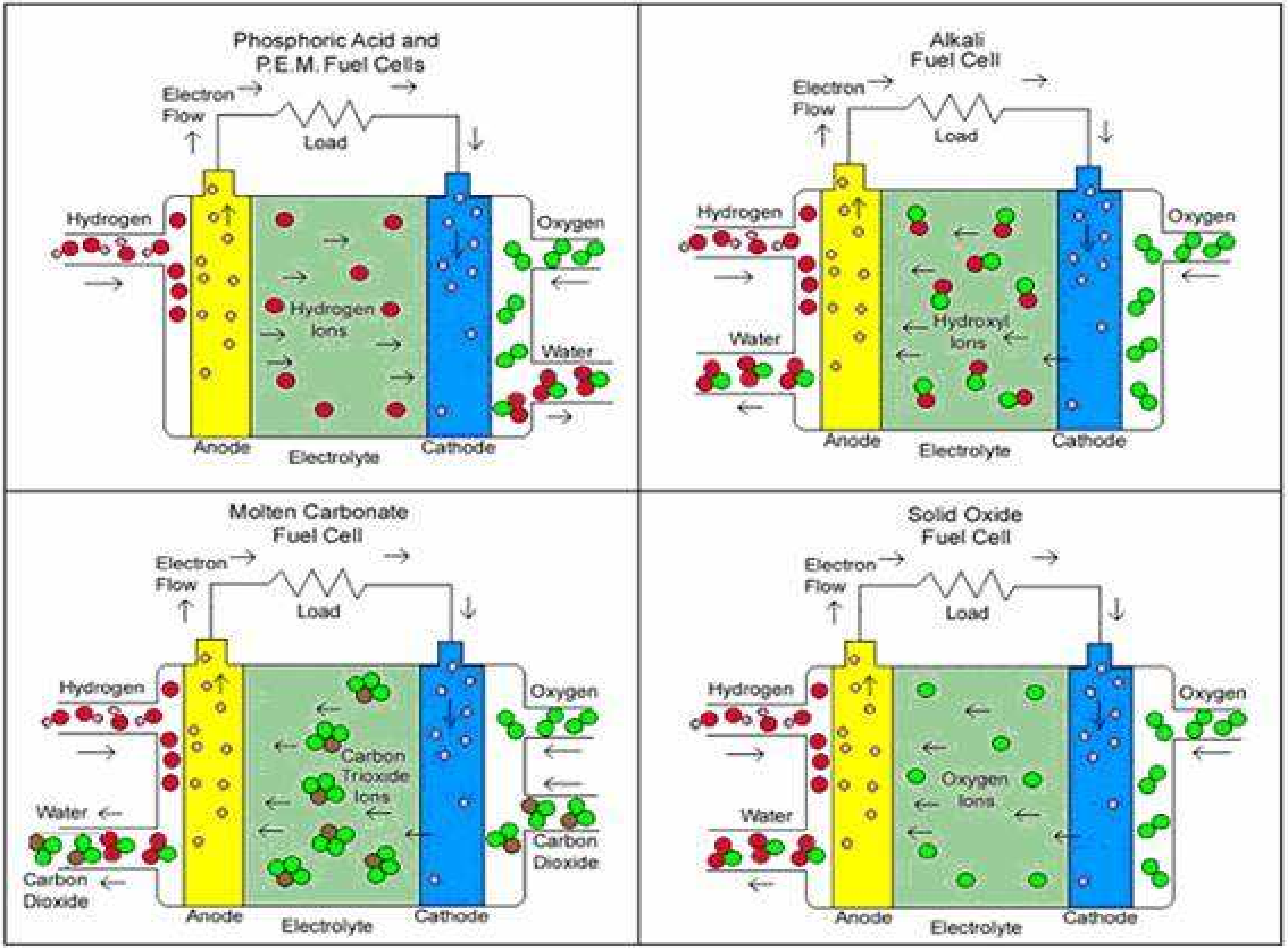


Pilas de Combustible

"Reverso" electrolizador

- Tipos de pilas de combustible
  - Alcalino (AEM)
  - Óxido sólido (alta temperatura)
  - PEM (Membrana de intercambio de protones)
  - Carbonato fundido (alta temperatura)

Alcalina, PEM para uso agrícola → tecnología no madura


Phosphoric Acid and
P.E.M. Fuel Cells
Electron Flow
Load
Hydrogen
Oxygen
Hydrogen Ions
Water
Anode
Electrolyte
Cathode
Alkali
Fuel Cell
Electron Flow
Load
Hydrogen
Oxygen
Hydroxyl Ions
Water
Anode
Electrolyte
Cathode
Molten Carbonate
Fuel Cell
Electron Flow
Load
Hydrogen
Oxygen
Carbon Trioxide Ions
Water
Carbon Dioxide
Carbon Dioxide
Anode
Electrolyte
Cathode
Solid Oxide
Fuel Cell
Electron Flow
Load
Hydrogen
Oxygen
Oxygen Ions
Water
Anode
Electrolyte
Cathode

Pilas de Combustible PEM

Universidad Zaragoza

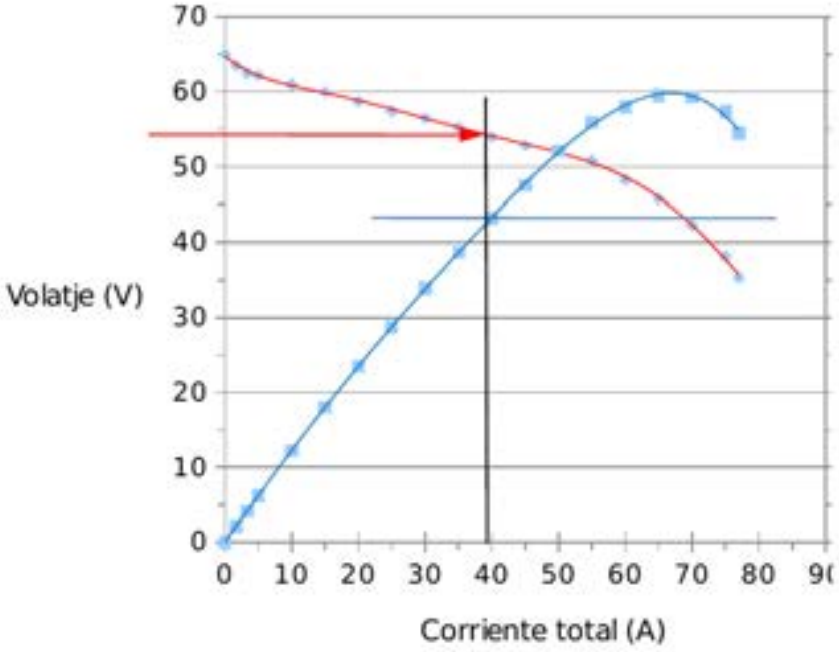
rewind

Pila de Combustible PEM

Datos de explotación y consumo H_2 de la H-30

Número de celdas: 72
Área activa 200 cm² (estimado)
Consumo esp. de H_2: 0,0376 g/(A-h)
Coef. Estequiom.: 1,015
Densidad H_2: 0,0813 kg/m³ = g/l

I (A)	j (A/cm²)	V (V)	V_{cell} (V)	P (W)	Q_{H2} (Nl/min.)
0	0,000	65,05	0,903	0	0,00
1,67	0,008	63,47	0,882	105,9949	0,94
3,33	0,017	62,53	0,868	208,2249	1,88
5	0,025	62,21	0,864	311,05	2,82
10	0,050	61	0,847	610	5,63
15	0,075	60	0,833	900	8,45
20	0,100	58,74	0,816	1174,8	11,27
25	0,125	57,47	0,798	1436,75	14,08
30	0,150	56,53	0,785	1695,9	16,90
35	0,175	55,26	0,768	1934,1	19,72
40	**0,200**	**54**	**0,750**	**2160**	**22,53**
45	0,225	52,86	0,734	2378,7	25,35
50	0,250	52,1	0,724	2605	28,17
55	0,275	50,84	0,706	2796,2	30,98
60	0,300	48,31	0,671	2898,6	33,80
65	**0,325**	**45,79**	**0,636**	**2976,35**	**36,61**
70	0,350	42,32	0,588	2962,4	39,43
75	0,375	38,21	0,531	2865,75	42,25
77	0,385	35,37	0,491	2723,49	43,37



Futuro: vehículo agrícola H_2

NEW HOLLAND NH2™ HYDROGEN POWERED TRACTOR

EASY / SAFE / CLEAN

The basis
A current T6000 tractor.

What is inside
- A Hydrogen tank
- Fuel Cells System perfectly integrated into production tractor, with standard components
- Electric motor n° 1 - Power to traction
- Electric motor n° 2 - Power to PTO and auxiliaries

What is not
- No diesel tank
- No combustion engine
- No exhaust pipe
- No gear box

How it works
- Fuel Cells System transforms Hydrogen into electricity that runs the two motors. The tractor has zero emissions. Only a litte amount of water, in the form of steam, is produced by the Fuel Cells Sytem.

Product specification
- Power: 75 kW (106 hp)
- Transmission: CVT through electrical motor
- PTO : CVT through electrical motor

Product Benefits
- No Noise - Greater operator's comfort
- No Emissions
- No gears, no power losses
- Power delivered only as needed

Improvement Opportunities
- Fewer design and architecture constraints - A new tractor design
- Less weight and components - Greater reliability due to fewer mov
- Replace hydraulic system and mechanical drives with electrical on electrical driven implements (planters, fertilizer spreaders, etc)

Universidad Zaragoza 1542

rewind

Section Index

1 Introducción

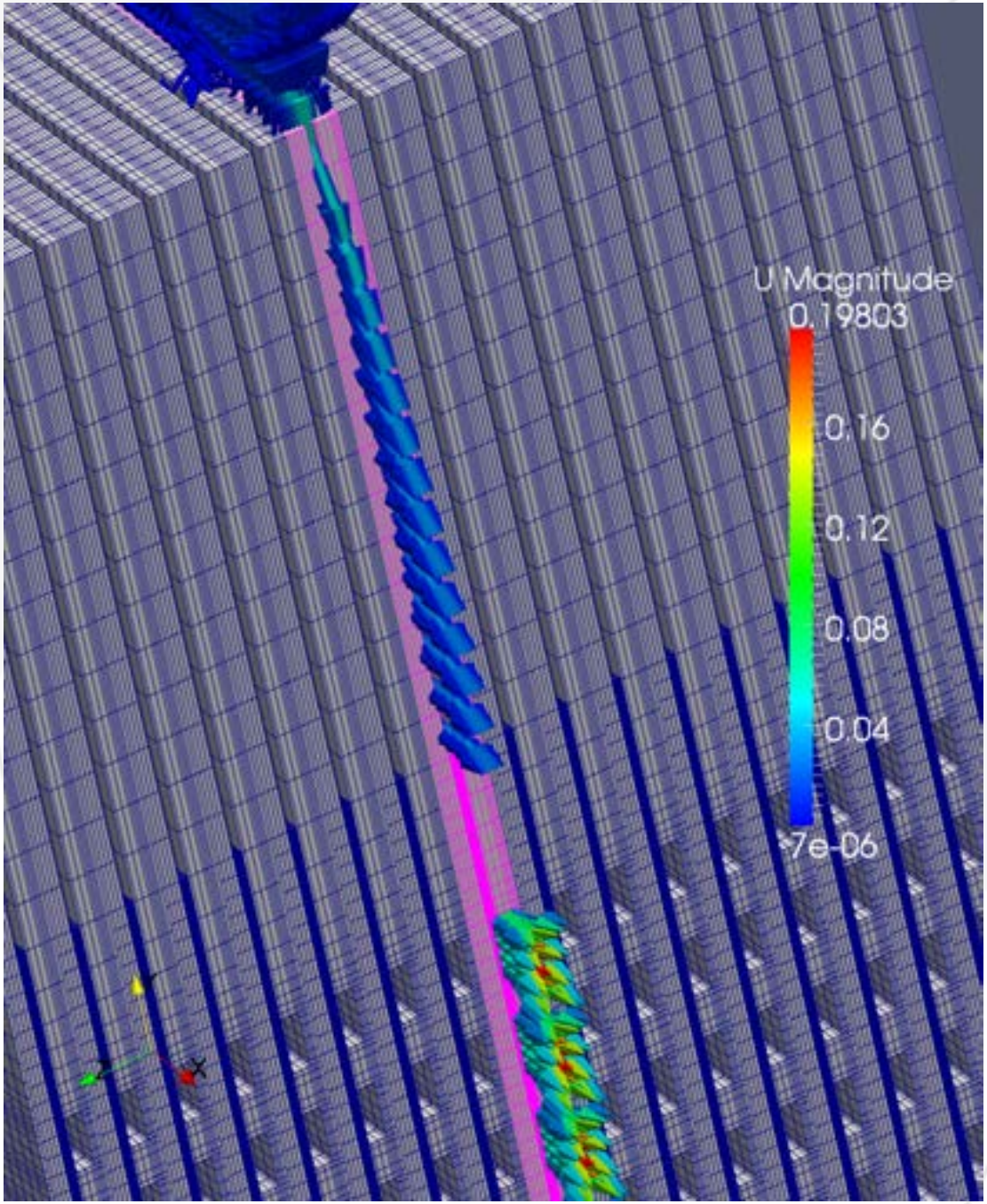
2 Energía solar fotovoltaica

3 Sistema de generación de hidrógeno

4 Vehículo híbrido pila PEM - baterías

5 Conclusiones

Conclusions

- Sistema de generación de hidrógeno desde energías renovables **c**ontrolado y **s**eguro
- Sistema seguro de almacenamiento y suministro de hidrógeno
- Equipos comerciales y desarrollos propios con sistemas de control y ensamblaje también propios
- Totalmente monitorizado
- Controlable a distancia (PC - Android)
- Vehículo agrícola eléctrico modificado $\rightarrow$ híbrido PEMFC + Baterías
- ¡Funciona!

Muchas Gracias :)