Ciencia y Tecnología para la Economía del Hidrógeno

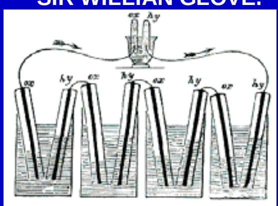
PILAS DE COMBUSTIBLE. UN SIGLO DE ESPERA. PROMESAS Y REALIDADES

Luis Fernández Beites

INDUSTRIALES
ETSII | UPM
Dpto. Ingeniería Eléctrica

1893

SIR WILLIAN GLOVE.



1960

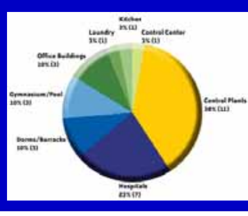
NASA.

1970
Coche particular con AFC

1970 -1980
Investigación.
Reducción costes
Nuevos materiales

1993
Ballard fabrica y comercializa un vehiculo con PC.

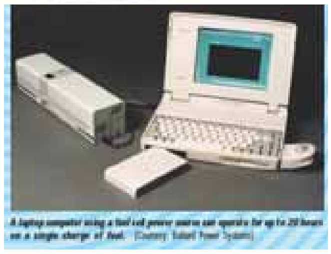
1994-97
Instalación PAFC DodFuelCell



Fuel Cell Fleet Performance through January 31, 2003	
847,199	Hours of Operation
142,730	MWHrs Produced
10,548	MMBtu of Thermal Delivered
66.2%	Power Plant Fleet Availability

PILAS DE COMBUSTIBLE. UN SIGLO DE ESPERA. PROMESAS Y REALIDADES

20xx → Transporte, Cogeneración, Generación



INDUSTRIALES
ETSII | UPM

PILAS DE COMBUSTIBLE. UN SIGLO DE ESPERA. PROMESAS Y REALIDADES

The PureCell™ Model 200 power solution

The PureCell™ system is a clean, efficient, reliable fuel cell powerplant. It produces 200 kilowatts of assured power, plus about 900,000 Btu/hr of heat for combined heat and power (CHP) applications.

POLITÉCNICA

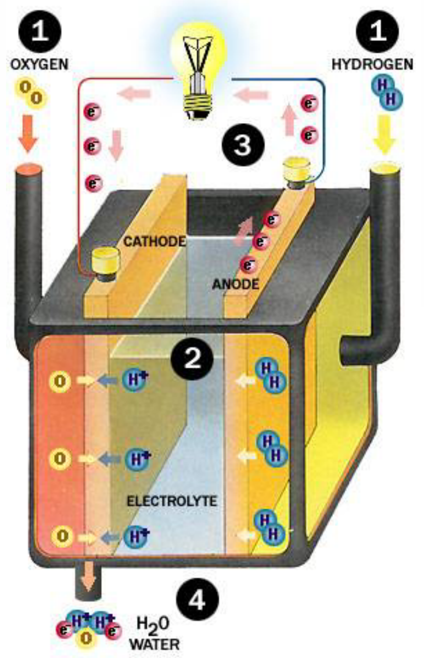
PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

1 El hidrógeno atraviesa el ánodo. El oxígeno del aire atraviesa el cátodo.

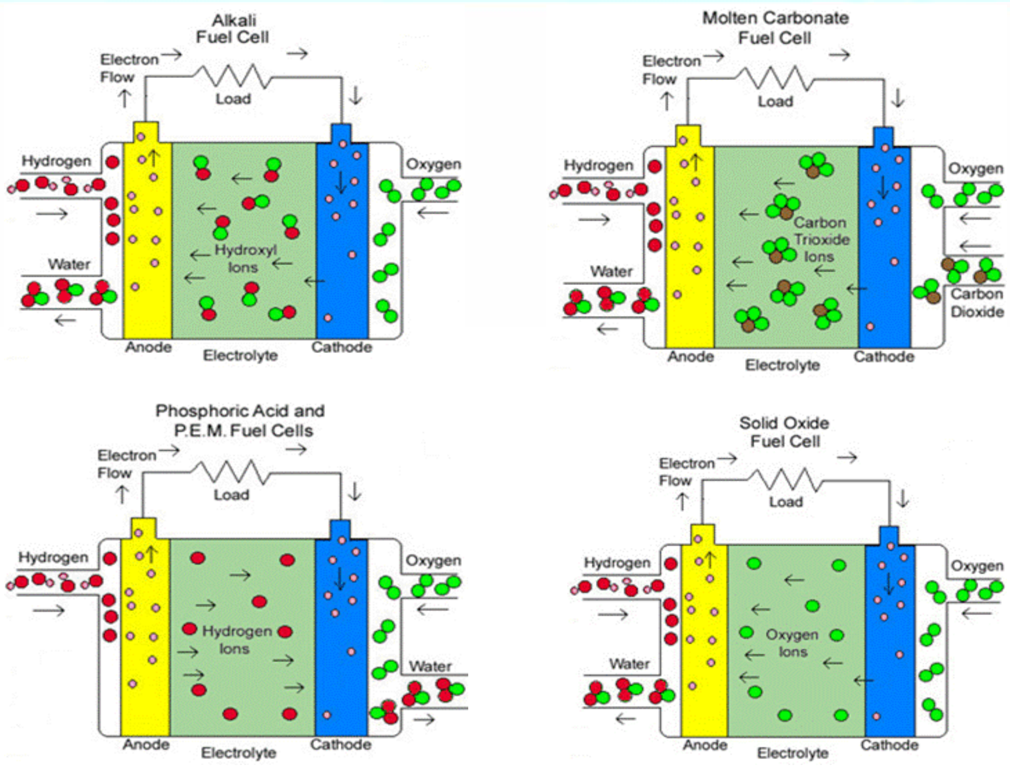
2 Mediante un catalizador, en el ánodo se extraen eléctrones del hidrógeno. Los iones hidrógeno atraviesan el electrolito.

3 Los electrones no pueden atravesarlo. Viajan a través del circuito externo.

4 Se reintroducen a través del cátodo, uniendose a los iones hidrógeno y el oxigeno para dar agua.



POLITÉCNICA



PILAS DE COMBUSTIBLE. UN SIGLO DE ESPERA. PROMESAS Y REALIDADES

INDUSTRIALES ETSII | UPM

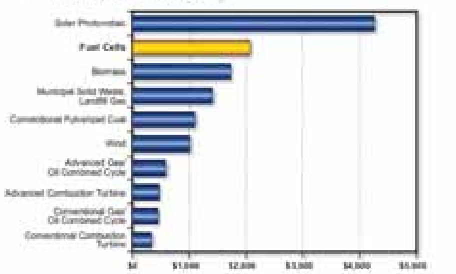
	Alcalinas (AFC)	Membrana (PEMFC)	Carbonatos Fundidos (MCFC)	Óxidos Sólidos (SOFC)	Acido Fosfórico (PAFC)
Electrolito	KOH	Polímero Sólido (Membrana)	Carbonatos de Litio y Potasio	Cerámicas conductoras oxigeno (ZrO_2)	Acido fosfórico
Rendimiento	35-55%	35-45%	>50%	>50%	40%
Combustible	Hidrógeno	Hidrógeno con C02	H2, CO, CH Hidrocarbonos	H2, CO, Metano…	H2, C02, 1% CO
Temperatura (°C)	60-120	60-100	600	600 (ITSOFC) 1000	200
Potencias típicas	<5 kW	5- 250 kW	200 kW – MW	2 kW- MW	200 kW
Inconvenientes	Eliminar CO_2 de fuel y aire	Catalizador caro. Sensible impurezas	Corrosión, alta T	Alta T	Catalizador caro. Prestaciones
Ventajas	Buen comportamiento. Fiabilidad	Baja temperatura, fácil arranque	Alta T	Electrolito sólido + alta T	Conocida
Aplicaciones	Militar, espacio	Vehiculos, estacionaria, Micro-media	Estacionaria, Alta potencia	Cogen. Doble CC. Micro	Cogeneración

PILAS DE COMBUSTIBLE. UN SIGLO DE ESPERA. PROMESAS Y REALIDADES

INDUSTRIALES ETSII | UPM

Application	Price Point for Commercial Viability
Transportation	$50 per kW
Distributed Residential	$300 to $500 per kW
Distributed Commercial	$1200 to $3000 per kW
Stationary Grid Connected	$1000 to $1500 per kW
Portable/Micro	$5,000 to $10,000 per kW

Figure 12
Capital Cost per kW of Capacity



$/kW, $450/troz platinum price) Produced at 500,000 Units per Year

Figure 13
Projected Cost Curve (per kW of Installed Capacity)

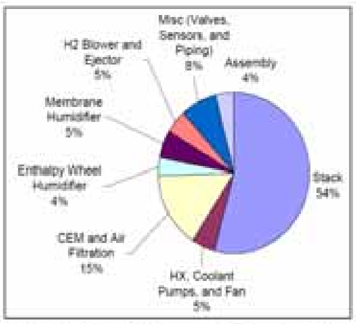
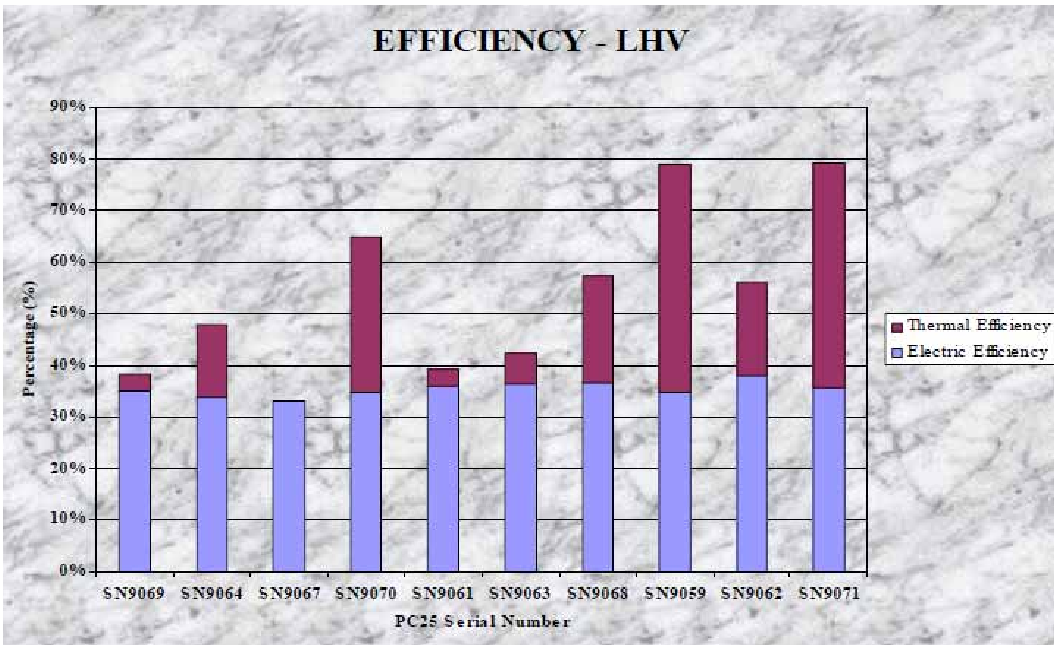


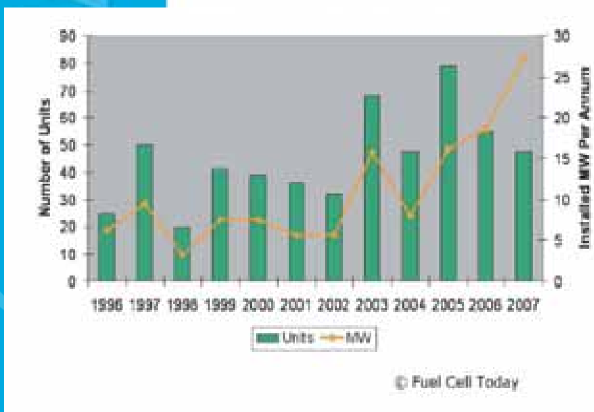
Figure 70. Breakdown in Stack and BOP Component Cost Contributions for an 80 kW Direct Hydrogen Fuel Cell System ($88/kW, $450/troz platinum price)

1999

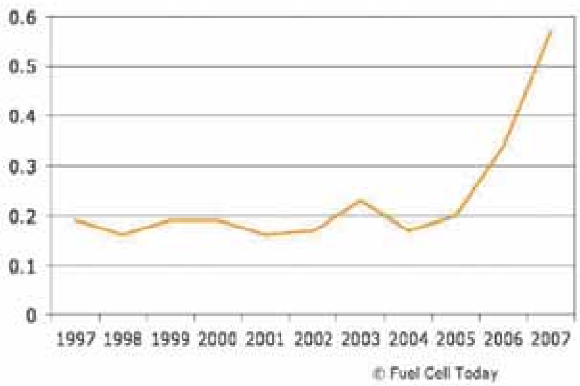


PCs ácido fosfórico del DoD

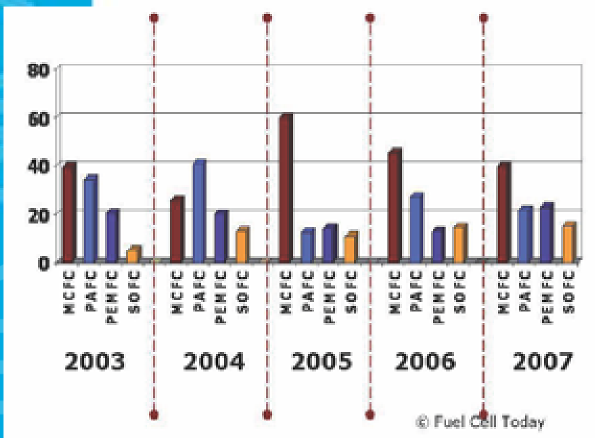
INSTALACIONES ESTACIONARIAS



Unidades instaladas e incremento de potencia (MW)



Relación entre unidades instaladas y potencias (MW)



Tipo de PC. Porcentaje

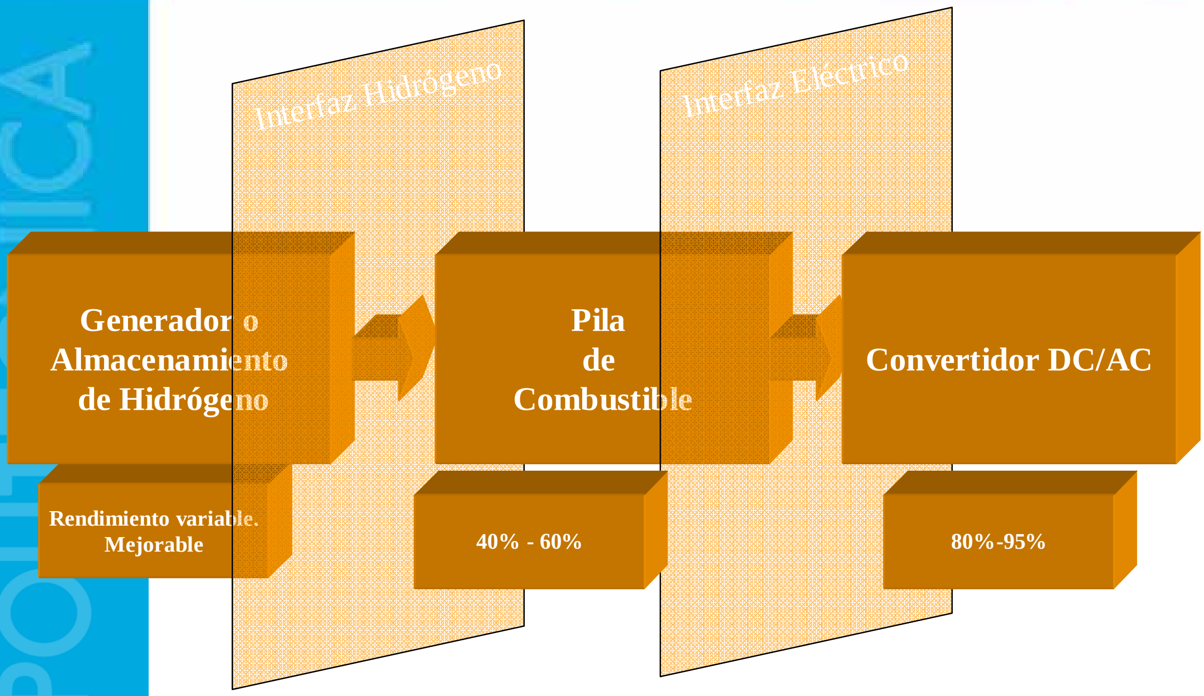
Localización geográfica

FuelCell Energy
World Leader in Ultra-Clean Power

Direct FuelCell®
DFC3000
2400 kW 13.8kV$_{AC}$
2700 kVA 50 or 60 Hz

The DFC3000 is a commercial grade power plant capable of providing high quality base load electric power using natural gas or anaerobic digester gas as a fuel. The power plant consists of three subsystem sections. The DFC Modules include the assembly of electrochemical fuel cells that produce the DC power. The Electrical Balance of Plant section converts the DC power into high quality AC power. The Mechanical Balance of Plant section contains the process equipment that prepares air, fuel, and water for use in fuel cell stack modules. Each DFC3000 is covered under FCE's standard warranty.

Overall Plot Plan Dimensions (without Maintenance Access)	60' x 55'
Power Output, ISO conditions	
Power @ Plant Rating, kW	2,400
Standard Output Voltage, Volts	13,800
Standard Frequency, Hz	[illegible]
Optional Output Voltages, V	1270, 4160
Optional Output Frequency, Hz	50
Efficiency at Rated Output at ISO conditions	
LHV Efficiency, percent	47 +/-2% [1]
Fuel Consumption at Rated Output	
Natural gas (at 930 Btu/ft^3), scfm	[illegible]
Heat Rate, BTU/kWh (LHV)	7,260
Water Consumption at Rated Output	
Average, gallons per minute	7
Peak during WTS backflush, gpm	30
Water Discharge at Rated Output	
Average, gallons per minute	3.5
Peak during WTS backflush, gpm	30
Available Heat at Rated Power	
Exhaust Temperature, deg F	700 ± 50
Exhaust Flow, lb/h	31,600
Allowable Backpressure, iwc	5
Heat Energy Available for Recovery (to 250°F), Btu/h	3,800,000
Noise	72dB(A) at 10 feet [2] 65 dB(A) option available
Emissions	
NOx, lb/MWh	0.02
SOx, lb/MWh	0.001
CO, lb/MWh	0.10



INDUSTRIALES ETSII | UPM
PILAS DE COMBUSTIBLE. UN SIGLO DE ESPERA. PROMESAS Y REALIDADES

Rendimiento eléctrico del sistema: 18,04%

Rendimiento eléctrico justo antes del inversor: 24,17%

Rendimiento eléctrico de la pila: 33,97%

Rendimiento eléctrico del sistema: **19,957%**

Rendimiento eléctrico justo antes del inversor: **26,4837%**

Rendimiento eléctrico de la pila: **30,63%**

Rendimiento eléctrico del sistema: **20,28%**

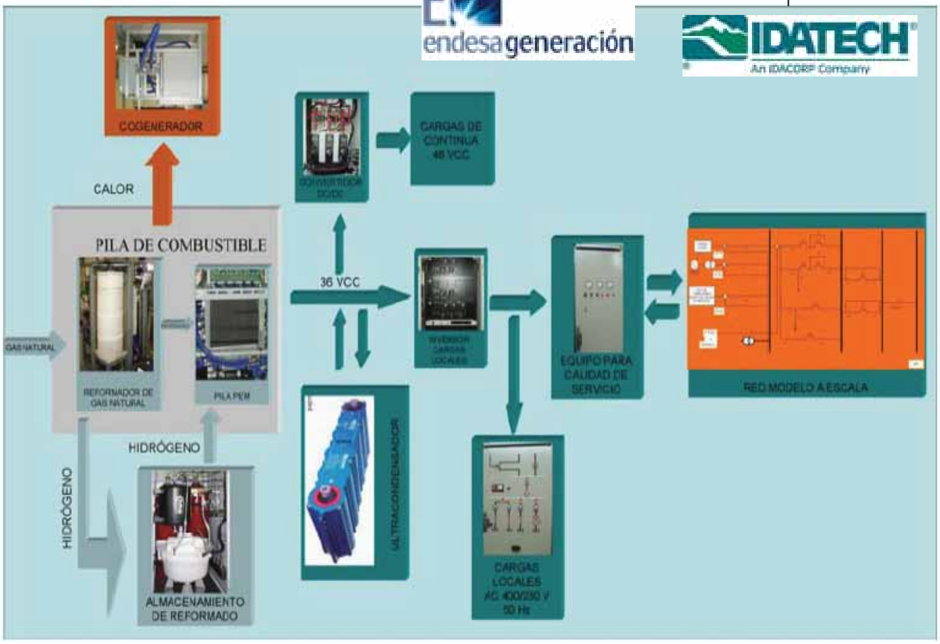
Rendimiento eléctrico justo antes del inversor: **27,38%**

Rendimiento eléctrico de la pila: **31,60%**

INDUSTRIALES ETSII | UPM

PILAS DE COMBUSTIBLE. UN SIGLO DE ESPERA. PROMESAS Y REALIDADES

POLITÉCNICA

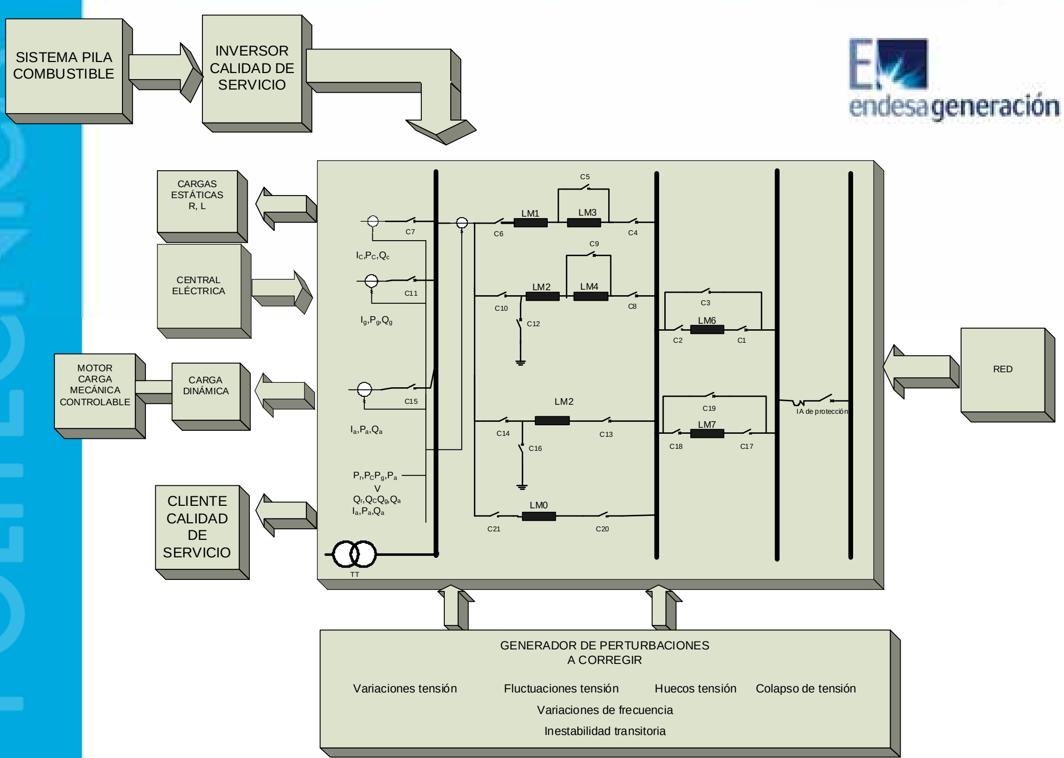


ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE

INDUSTRIALES ETSII | UPM

PILAS DE COMBUSTIBLE. UN SIGLO DE ESPERA. PROMESAS Y REALIDADES

POLITÉCNICA

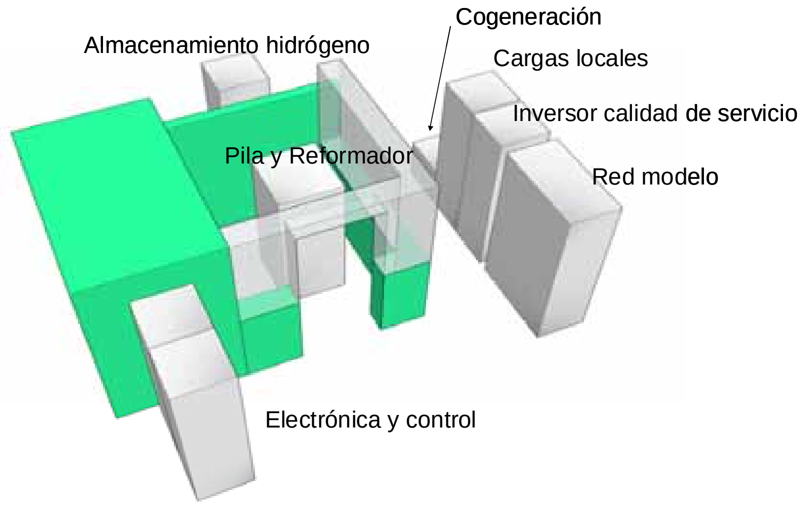


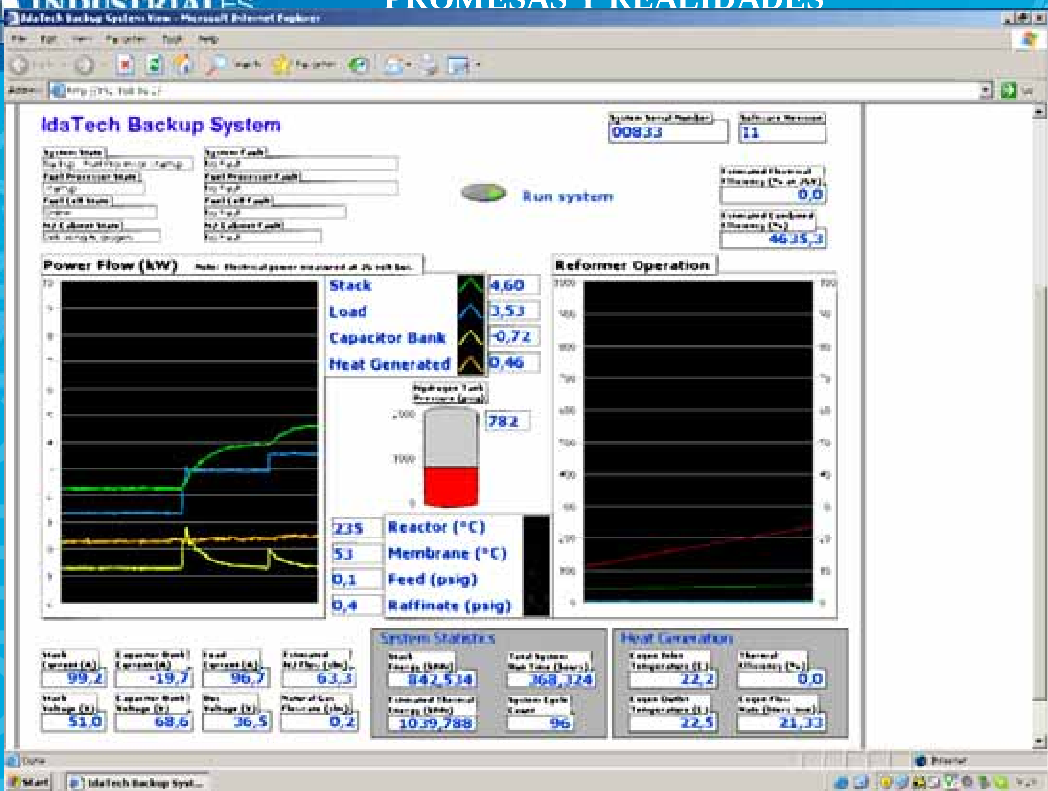
INDUSTRIALES ETSII | UPM

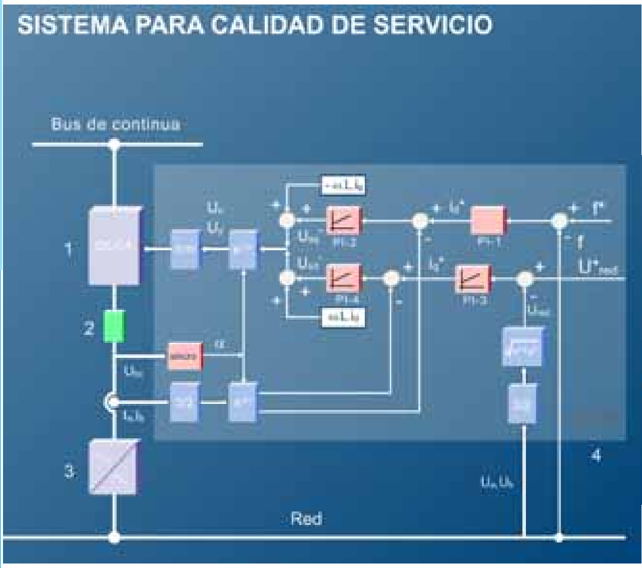
PILAS DE COMBUSTIBLE. UN SIGLO DE ESPERA. PROMESAS Y REALIDADES

"DISEÑO DE UN SISTEMA DE PILA DE COMBUSTIBLE PEM DE 5kW PARA GENERACIÓN DISTRIBUIDA CON MEJORA DE LA CALIDAD DE SERVICIO"

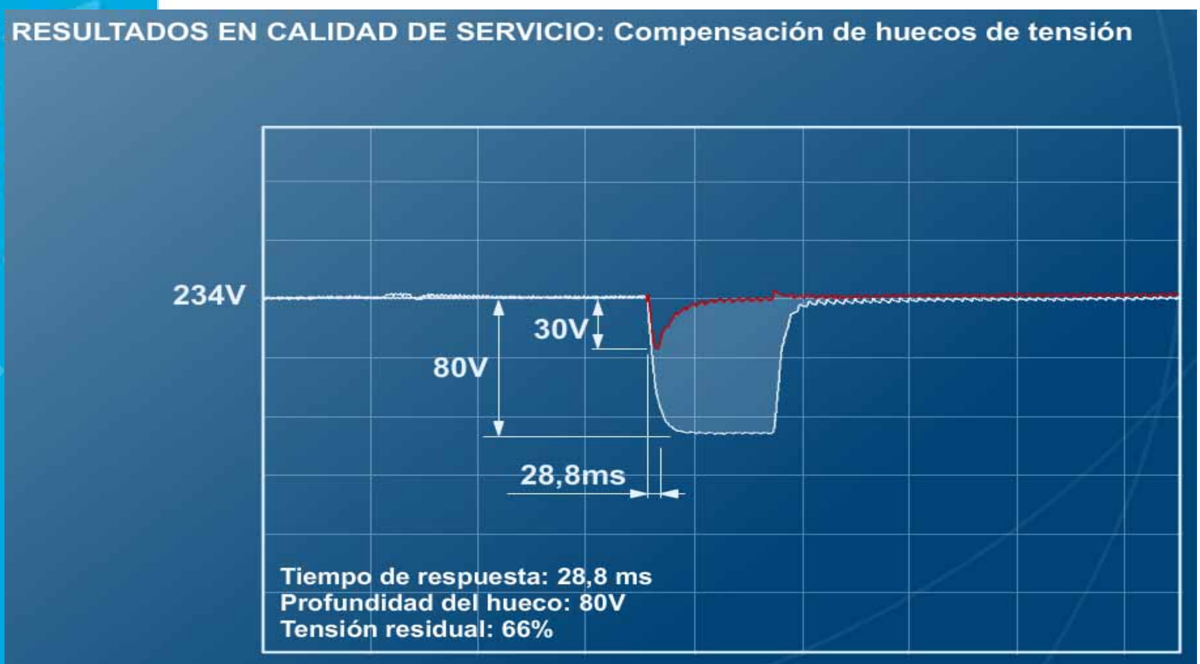
endesa generación — EPRI Electric Power Research Institute — IDATECH An IDACORP Company




IdaTech Backup System
00833
11
Run system
0,0
4635,3
Power Flow (kW)
Stack
Load
Capacitor Bank
Heat Generated
4,60
3,53
-0,72
0,46
782
Reformer Operation
235
53
0,1
0,4
Reactor (°C)
Membrane (°C)
Feed (psig)
Raffinate (psig)
System Statistics
Heat Generation
99,2
-19,7
96,7
63,3
842,534
368,324
22,2
0,0
51,0
68,6
36,5
0,2
1039,788
96
22,5
21,33


SISTEMA PARA CALIDAD DE SERVICIO
Bus de continua
1
2
3
4
Red
PI-1
PI-2
PI-3
PI-4


Armario de calidad de servicio
-Generación distribuida.
-Huecos de tensión.
-Variaciones de frecuencia.
-Colapso de tensión.
-Inestabilidad transitoria.
-Flicker.


RESULTADOS EN CALIDAD DE SERVICIO: Compensación de huecos de tensión
234V
30V
80V
28,8ms
Tiempo de respuesta: 28,8 ms
Profundidad del hueco: 80V
Tensión residual: 66%

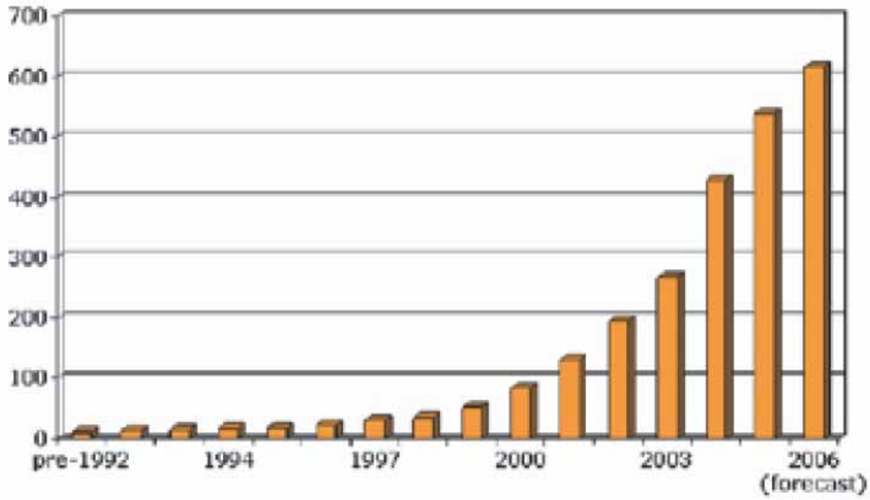
1. The NE Train

Location: Japan
Backing: East Japan Railway Company
Technical Details:

Railcar :	Single-car configuration
Dimensions (LxWxH):	200 x 28 x 40 m
Weight :	?
Maximum Speed:	100 km/hr
Fuel Cell:	PEM, 65kW x 2
Battery:	LiIon, 19kWh
Fuel Tank:	270 L/CH2 @ 35 MPa
Distance on 1 tank:	50 – 100 km
Main Motor:	Induction Motor, 95kW x 2

Schedule:
2006 initial testing
2007 trial runs imminent

Figure 1: Cumulative Number of Fuel Cell Vehicles



INDUSTRIALES ETSII | UPM
PILAS DE COMBUSTIBLE. UN SIGLO DE ESPERA. PROMESAS Y REALIDADES

Table 1: Fuel Cell Vehicle Manufacturers' Current Timetable for Launch

Manufacturer	Year	Numbers	Notes
DaimlerChrysler (Germany)	2012		Initial launch,
	2015	10,000	Mass Market
Ford (USA)	2015		"commercial readiness"
GM (USA)	2010-2015		Commercial viability
	2025		Mass Market
Honda (Japan)	2010	12,000 (in USA)	Start production
	2020	50,000 (in USA)	
Hyundai (Korea)	2010		Road tests 2009
Toyota (Japan)	2015		Will cost US$50,000