

MINISTERIO DE DEFENSA
Secretaría de Estado de Defensa
Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial
Subdirección General de Investigación y Programas

Nuevas tecnologías de celdas de combustible.

Felipe Rosa
12/Mayo/2005

MINISTERIO DE DEFENSA
Secretaría de Estado de Defensa
Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial
Subdirección General de Investigación y Programas

Indice

- Introducción
- Pilas de Combustible: Definiciones.
- Elementos: Celda. Stack.
- Tipos. Clasificación.
- Retos: Técnicos, Infraestructura, Legislación
- Aplicaciones.

MINISTERIO DE DEFENSA
Secretaría de Estado de Defensa
Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial
Subdirección General de Investigación y Programas

European Hydrogen and Fuel Cell Technology Platform

WE-NET (World Energy Network)

MINISTERIO DE DEFENSA
Secretaría de Estado de Defensa
Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial
Subdirección General de Investigación y Programas

SUPPLY

DEMAND

H₂

Renewables, electrolysis, Fuel cells, Buildings, Industry

MINISTERIO DE DEFENSA
Secretaría de Estado de Defensa
Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial
Subdirección General de Investigación y Programas

FUEL

APPLICATION

Fuel Cells

Transport, Stationary

MINISTERIO DE DEFENSA
Secretaría de Estado de Defensa
Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial
Subdirección General de Investigación y Programas

A challenging European hydrogen vision



2000, 2010, 2020, 2030, 2040, 2050

Key milestones and goals for hydrogen production, distribution, and application.

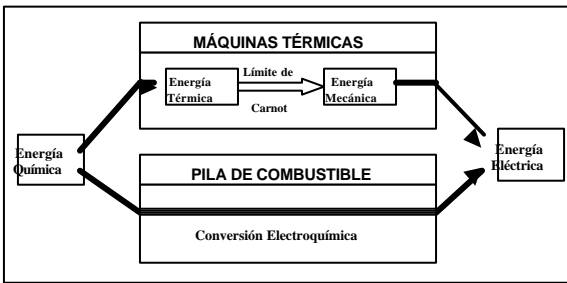
MINISTERIO DE DEFENSA Secretaría de Estado de Defensa Subdirección General de Investigación y Programas
 INSTITUTO NACIONAL DE TÉCNICA AEROSPAZIAL

Pilas de Combustible: Definiciones.

- Dispositivo de conversión electroquímica en el que los reactantes no están almacenados ni forman parte de su estructura sino que alimentan de modo continuo al sistema y los productos de la reacción son evacuados de modo continuo del mismo.

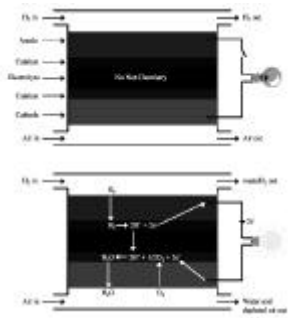
MINISTERIO DE DEFENSA Secretaría de Estado de Defensa Subdirección General de Investigación y Programas
 INSTITUTO NACIONAL DE TÉCNICA AEROSPAZIAL



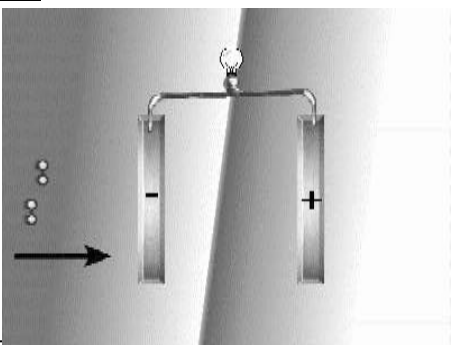
```

    graph LR
      EQ[Energía Química] --> MT[MÁQUINAS TÉRMICAS]
      EQ --> PC[PILA DE COMBUSTIBLE]
      MT --> EM[Energía Mecánica]
      PC --> EE[Energía Eléctrica]
      EM --> EE
      subgraph Limit
        direction LR
        ET[Energía Térmica] -- "Límite de Carnot" --> EM
      end
      subgraph Conversion
        direction TB
        CE[Conversión Electroquímica]
      end
  
```

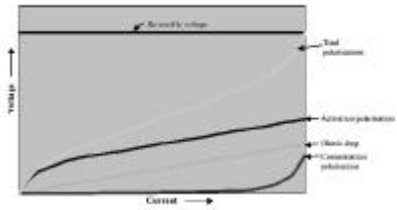
MINISTERIO DE DEFENSA Secretaría de Estado de Defensa Subdirección General de Investigación y Programas
 INSTITUTO NACIONAL DE TÉCNICA AEROSPAZIAL



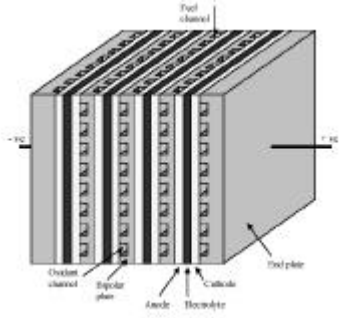
MINISTERIO DE DEFENSA Secretaría de Estado de Defensa Subdirección General de Investigación y Programas
 INSTITUTO NACIONAL DE TÉCNICA AEROSPAZIAL



MINISTERIO DE DEFENSA Secretaría de Estado de Defensa Subdirección General de Investigación y Programas
 INSTITUTO NACIONAL DE TÉCNICA AEROSPAZIAL



MINISTERIO DE DEFENSA Secretaría de Estado de Defensa Subdirección General de Investigación y Programas
 INSTITUTO NACIONAL DE TÉCNICA AEROSPAZIAL



MINISTERIO DE DEFENSA Secretaría de Estado de Defensa Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial Subdirección General de Investigación y Programas

- Las celdas individuales se agrupan en "stacks".
- El número de celdas en el "stack" determina la tensión total, y el área de cada celda determina la intensidad total.
- La potencia vendrá dada por el producto de la tensión y la intensidad.
- La diferencia entre el calor de reacción y el trabajo eléctrico producido es evacuada en forma de calor que puede ser recuperado para otros usos.

MINISTERIO DE DEFENSA Secretaría de Estado de Defensa Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial Subdirección General de Investigación y Programas

MINISTERIO DE DEFENSA Secretaría de Estado de Defensa Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial Subdirección General de Investigación y Programas

MINISTERIO DE DEFENSA Secretaría de Estado de Defensa Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial Subdirección General de Investigación y Programas

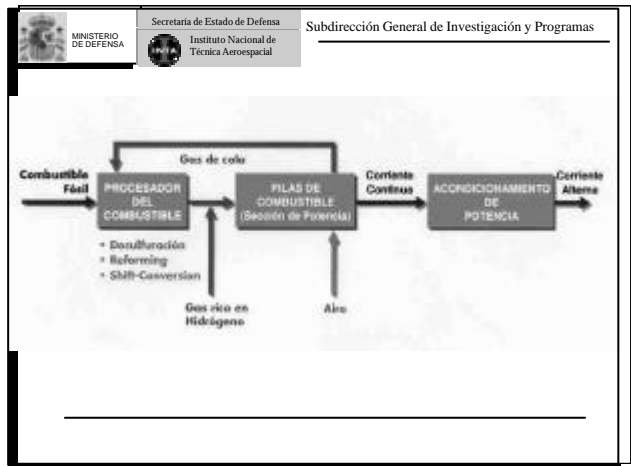
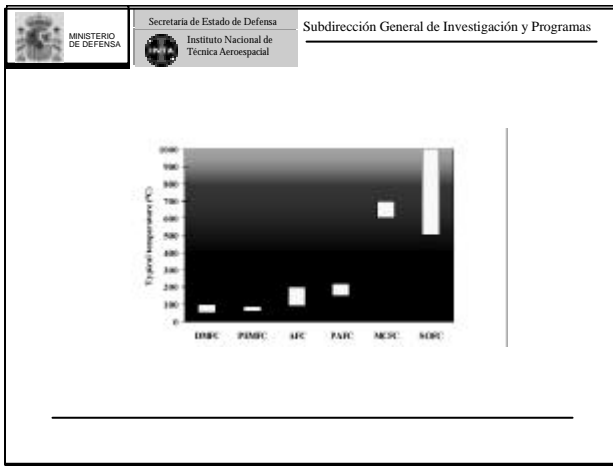
Tipo de Pila de Combustible	Tipo de electrolito	Temperatura de operación (°C)	Densidad de corriente
PEMFC (Electrolito de Polímero Sólido)	Membrana de intercambio de protones	70-80	Alta
AFC	Alcalino (KOH)	80-100	Alta
Alcalina PAFC	Ácido Ortofosfórico	200-220	Moderada
MCFC	Carbonato fundido	600-650	Moderada
SOFC	Óxido sólido	800-1000	Alta
DMFC (PEMFC con alimentación metanol directo)	Membrana de intercambio de protones	70-80	Moderada

MINISTERIO DE DEFENSA Secretaría de Estado de Defensa Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial Subdirección General de Investigación y Programas

Tipo de Pila de Combustible	Rendimiento (%)	Estado de desarrollo
PEMFC (Electrolito de Polímero Sólido)	60	Prototipos precomerciales
AFC	60	Aplicación espacial
Alcalina PAFC	50,80	Prototipos precomerciales Primeras aplicaciones comerciales
MCFC	60,90	Demostración en laboratorio y en campo
SOFC	60,90	Demostración en laboratorio y en campo
DMFC (PEMFC con alimentación metanol directo)	-	Investigación y demostración en laboratorio

MINISTERIO DE DEFENSA Secretaría de Estado de Defensa Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial Subdirección General de Investigación y Programas

Tipo de Pila de Combustible	Aplicaciones
PEMFC (Electrolito de Polímero Sólido)	Espacial, militar, generación portátil, automoción, producción distribuida de electricidad
AFC	Espacial, militar, generación portátil, automoción.
Alcalina PAFC	Producción distribuida de electricidad, cogeneración
MCFC	Prod. Electricidad: Distribuida y Base, cogeneración
SOFC	Prod. Electricidad: Distribuida y Base, cogeneración
DMFC (PEMFC con alimentación metanol directo)	Militar, generación portátil, automoción, electrónica de consumo



- MINISTERIO DE DEFENSA Secretaría de Estado de Defensa Subdirección General de Investigación y Programas Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial
- ### Retos técnicos
- Precios (5000 €/kW → 50 €/kW).
 - Durabilidad (>40000 horas funcionamiento)
 - Fiabilidad y garantía.
 - Materiales (SOFC y MCFC).
 - Cross Over (DMFC).
 - Disminuir carga de catalizadores

- MINISTERIO DE DEFENSA Secretaría de Estado de Defensa Subdirección General de Investigación y Programas Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial
- ### Desarrollo Infraestructura
- Crítico para su uso en Automoción.
 - Sistema almacenamiento / Reformado.
 - Estudios en Seguridad.
 - Costes.
 - Paradigma: Infraestructura vs. Flota vehículos.

- MINISTERIO DE DEFENSA Secretaría de Estado de Defensa Subdirección General de Investigación y Programas Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial
- ### Marco Legislativo.
- Desarrollo legislación inexistente.
 - Adopción y unificación medidas seguridad.
 - Normalización.



MINISTERIO DE DEFENSA | Secretaría de Estado de Defensa | Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial | Subdirección General de Investigación y Programas

Hydrogen in Rail Transport - First Concepts & Prototypes

Source: Fuel Cell Propulsion Institute

Source: Babcock

Source: Adtranz

MINISTERIO DE DEFENSA | Secretaría de Estado de Defensa | Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial | Subdirección General de Investigación y Programas

Hydrogen in Ship Transport - First Concepts & Prototypes

Source: Sofitio

Source: staling - Christian Bachma

Hydra - Experimental AFC Boat

Electric Warships & Combat Vehicles

Source: ICM

Source: Office of Naval Research

MINISTERIO DE DEFENSA | Secretaría de Estado de Defensa | Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial | Subdirección General de Investigación y Programas

Hydrogen in Aviation - First Conceptual Ideas

Cryoplane - Airbus A318

Helios FC Aircraft by NASA

Cryoplane - Dornier-Fairchild Do 328

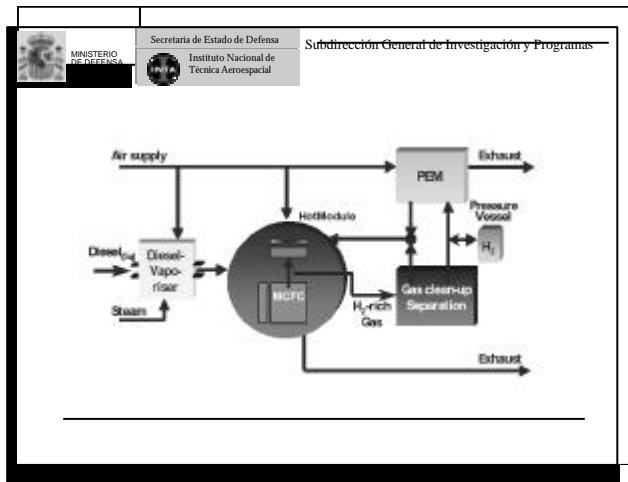
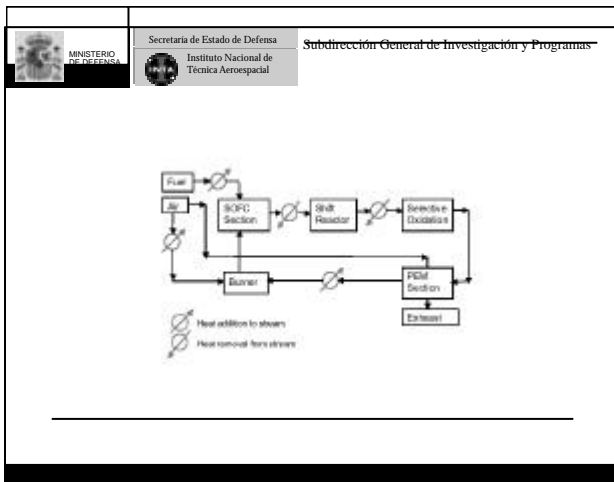
FC Aircraft by Boeing

Source: Airbus

MINISTERIO DE DEFENSA | Secretaría de Estado de Defensa | Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial | Subdirección General de Investigación y Programas

Technology	Emissions (g/kWh)	
	NO _x	SO ₂
IC Engines	0.68-16	0.14-0.21 ^a
Micro-turbines ^b	0.23-2.3	0.17-0.28 ^a
Fuel cells	<0.0009	<0.007
Fuel cell-GT hybrid	0.022-0.027	0.03-0.06 ^a
Stirling engines	0.05	0.23 ^a

a) estimated assuming natural gas feed (3.5mg m⁻³ sulphur)
b) including unrecuperated microturbines



MINISTERIO DE DEFENSA
Secretaría de Estado de Defensa
Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial
Subdirección General de Investigación y Programas

The graph plots Electrical Efficiency (%) on the y-axis (0 to 70) against Plant Power (MW) on a logarithmic x-axis (1, 10, 100, 1,000). Several technologies are shown as lines with different slopes. The 'CCGT Gas Turbine' line is the highest, starting at approximately 40% efficiency at 1 MW and rising to about 60% at 1,000 MW. Other technologies include 'Coal', 'Nuclear', 'Wind', 'Solar', 'Hydro', and 'Biomass', each showing varying efficiency trends across the power range.

MINISTERIO DE DEFENSA
Secretaría de Estado de Defensa
Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial
Subdirección General de Investigación y Programas

A black and white photograph showing a bird in flight, positioned near the wing of an aircraft. The bird's wings are spread, and it appears to be flying parallel to the aircraft's wing. The background is a blurred landscape with trees and a horizon line.
