

# POLITÉCNICA

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID**

[www.upm.es](http://www.upm.es)





UPM  
ETSIA



# **Desarrollo, aplicación y evaluación de entornos virtuales para la docencia en sistemas de propulsión aeronáuticos**

**Emilio Navarro Arévalo  
José Juan Salvá Monfort  
Juan Manuel Tizón Pulido  
Efrén Moreno Benavides  
(GIEP)**

**Departamento de Motopropulsión y Termofluidodinámica  
Escuela Técnica Superior Ingenieros Aeronáuticos  
Universidad Politécnica de Madrid**





UPM  
ETSIA



# Índice

1. Motivo
2. Objetivo
3. Participantes
4. Aerorreactores
5. Motores alternativos
6. Pilas de combustible
7. Gastos
8. Publicaciones
9. Conclusiones



UPM  
ETSIA



# Motivo

## 1. Motivo

## 2. Objetivo

## 3. Participantes

## 4. Aerorreactores

## 5. Motores Alternativos

## 6. Pilas de Combustible

## 7. Gastos

## 8. Publicaciones

## 9. Conclusiones

- Implantación del EEES → Modelo de enseñanza a un modelo de aprendizaje
- Importancia de las prácticas de laboratorio
  - Asistencia del alumno al laboratorio
    - *Acceso a los laboratorios en cualquier momento y sin restricciones de tiempo*
  - Número elevado de alumnos
    - *Número suficientemente alto de equipos e instalaciones*
  - Coste de instalación, utilización y mantenimiento
    - *Coste de estas instalaciones fuese el menor posible*





UPM  
ETSIA



# Objetivo

Realización de entornos y laboratorios  
virtuales

de

**AERORREACTORES  
MOTORES ALTERNATIVOS  
PILAS DE COMBUSTIBLE**

1. Motivo
2. **Objetivo**
3. Participantes
4. Aerorreactores
5. Motores Alternativos
6. Pilas de Combustible
7. Gastos
8. Publicaciones
9. Conclusiones



UPM  
ETSIA



# Participantes

1. Motivo
2. Objetivo
3. Participantes
4. Aerorreactores
5. Motores Alternativos
6. Pilas de Combustible
7. Gastos
8. Publicaciones
9. Conclusiones

## AERORREACTORES

José Juan Salvá Monfort  
Juan Manuel Tizón Pulido

## MOTORES ALTERNATIVOS

Emilio Navarro Arévalo  
Efrén Moreno Benavides

## PILAS DE COMBUSTIBLE

Emilio Navarro Arévalo  
Teresa Leo Mena



UPM  
ETSIA



# Aerorreactores

1. Motivo
2. Objetivo
3. Participantes
4. Aerorreactores
5. Motores Alternativos
6. Pilas de Combustible
7. Gastos
8. Publicaciones
9. Conclusiones

Utilizar modelos de simulación



calcular y analizar la influencia de los parámetros de diseño y operación de una cascada de álabes sobre su comportamiento fluidodinámico

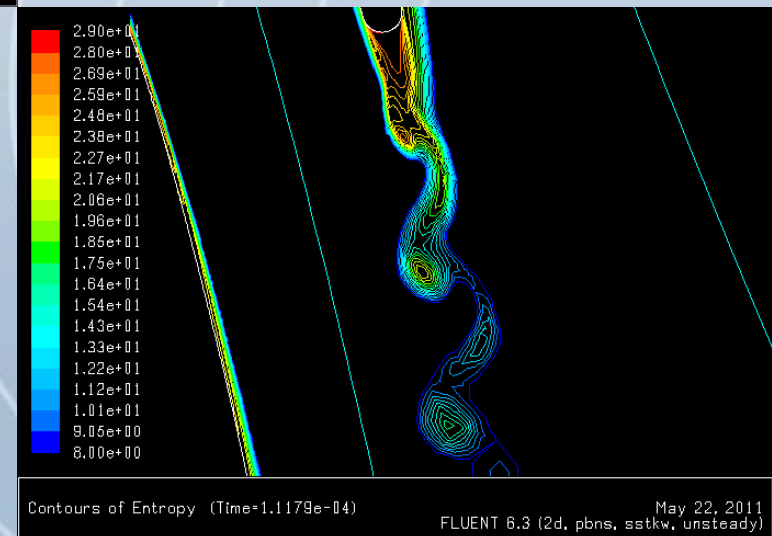
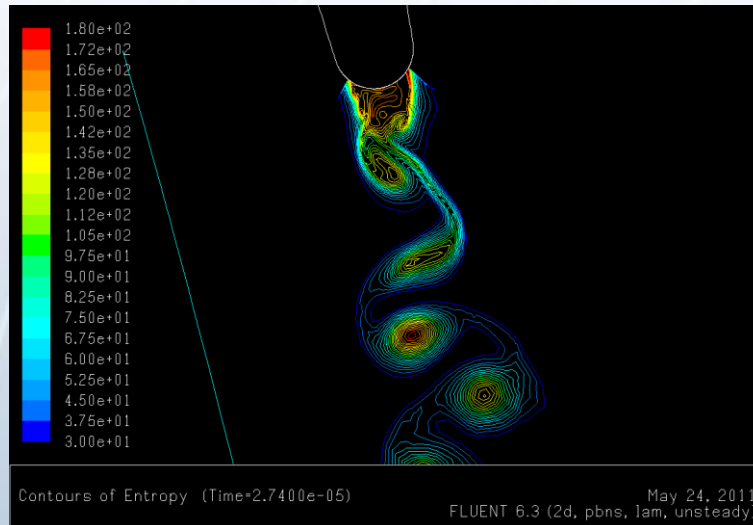


UPM  
ETSIA



# Aerorreactores

1. Motivo
2. Objetivo
3. Participantes
4. Aerorreactores
5. Motores Alternativos
6. Pilas de Combustible
7. Gastos
8. Publicaciones
9. Conclusiones



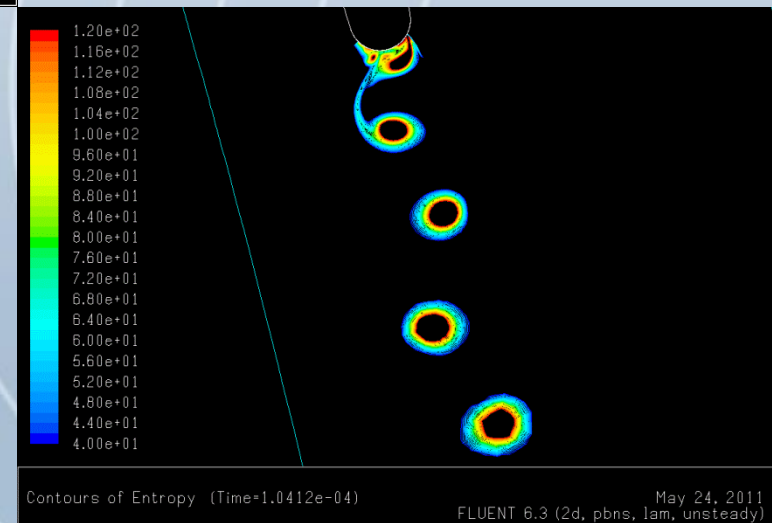
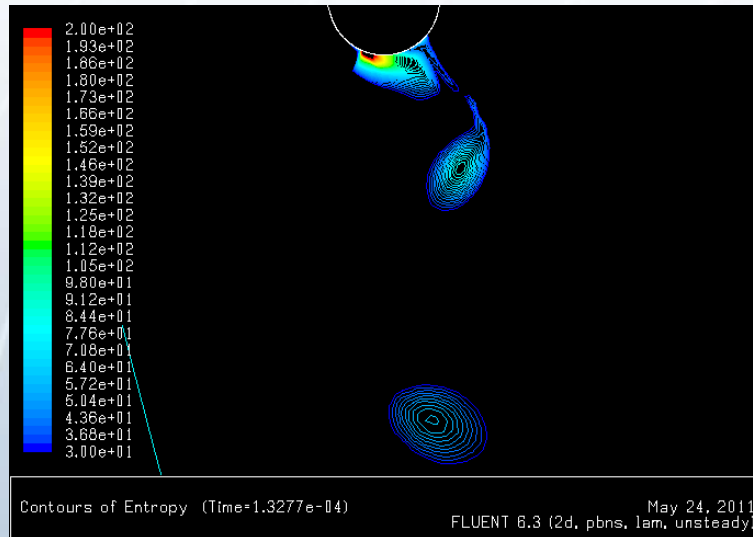


UPM  
ETSIA



# Aerorreactores

1. Motivo
2. Objetivo
3. Participantes
4. Aerorreactores
5. Motores Alternativos
6. Pilas de Combustible
7. Gastos
8. Publicaciones
9. Conclusiones



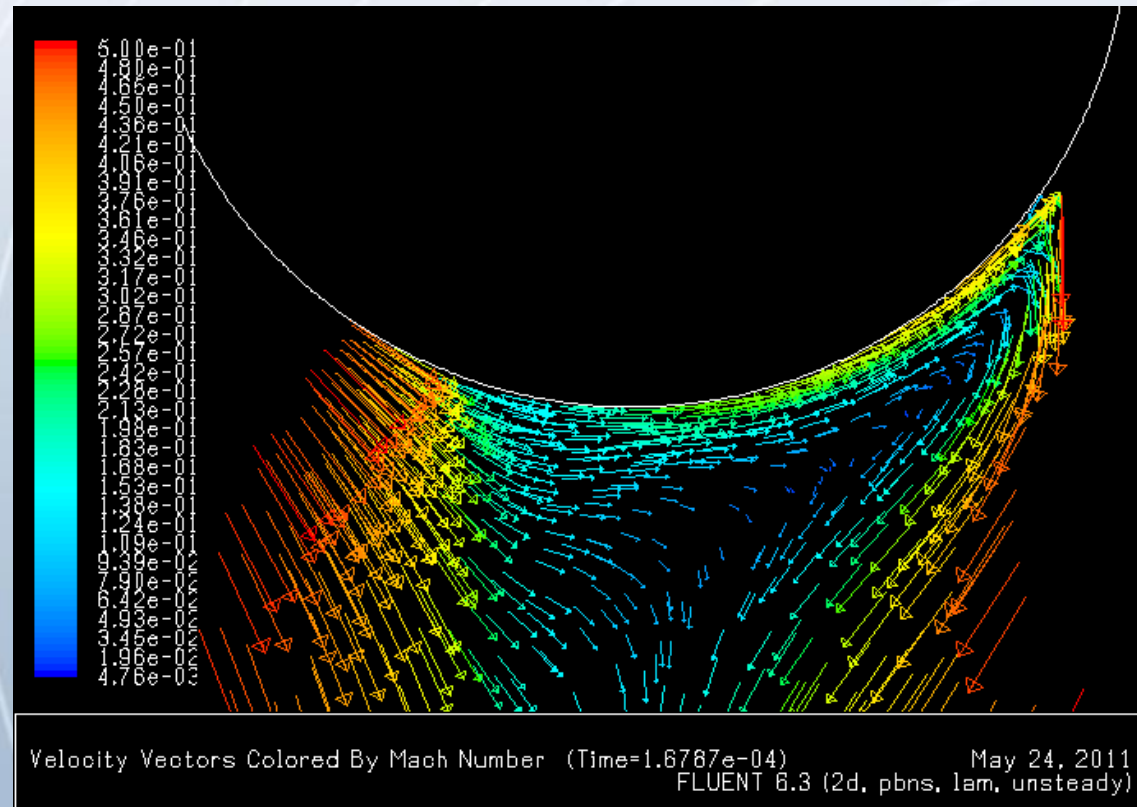


UPM  
ETSIA



# Aerorreactores

1. Motivo
2. Objetivo
3. Participantes
4. Aerorreactores
5. Motores Alternativos
6. Pilas de Combustible
7. Gastos
8. Publicaciones
9. Conclusiones





UPM  
ETSIA



# Aerorreactores

Dificultades:

Encontrar un modelo:



Con la precisión adecuada



Con la rapidez de cálculo adecuada

1. Motivo
2. Objetivo
3. Participantes
4. Aerorreactores
5. Motores Alternativos
6. Pilas de Combustible
7. Gastos
8. Publicaciones
9. Conclusiones



UPM  
ETSIA



# Motores Alternativos

1. Motivo
2. Objetivo
3. Participantes
4. Aerorreactores
5. Motores Alternativos
6. Pilas de Combustible
7. Gastos
8. Publicaciones
9. Conclusiones

Realizar entornos y laboratorios virtuales



calcular y analizar la influencia de los parámetros de diseño y operación de un motor alternativo sobre diversos procesos del motor



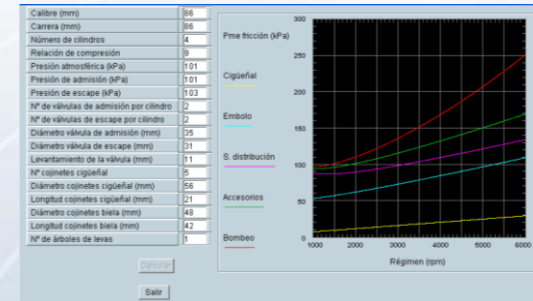
UPM  
ETSIA



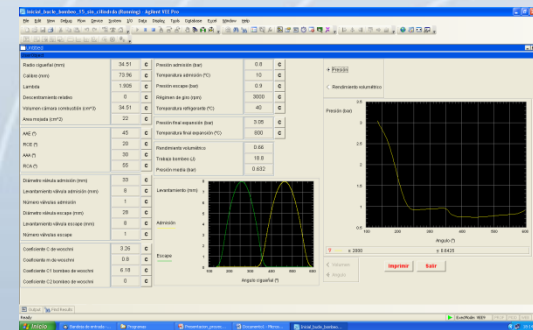
# Motores Alternativos

1. Motivo
2. Objetivo
3. Participantes
4. Aerorreactores
5. Motores Alternativos
6. Pilas de Combustible
7. Gastos
8. Publicaciones
9. Conclusiones

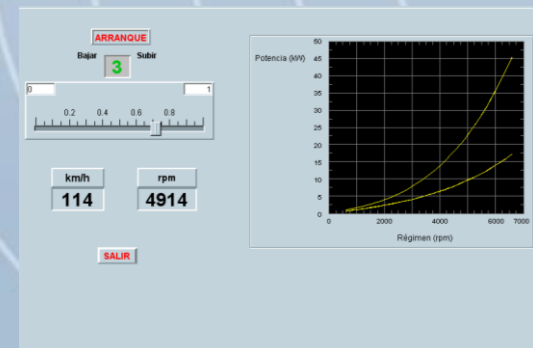
## Pérdidas mecánicas



## Bucle de bombeo



## Determinación de actuaciones





UPM  
ETSIA



# Pilas de Combustible

1. Motivo
2. Objetivo
3. Participantes
4. Aerorreactores
5. Motores Alternativos
6. Pilas de Combustible
7. Gastos
8. Publicaciones
9. Conclusiones

Realizar un laboratorio virtual de pilas de combustible



calcular y analizar la influencia de los parámetros de diseño y operación sobre la curva de polarización de una pila de combustible de tipo PEM



UPM  
ETSIA

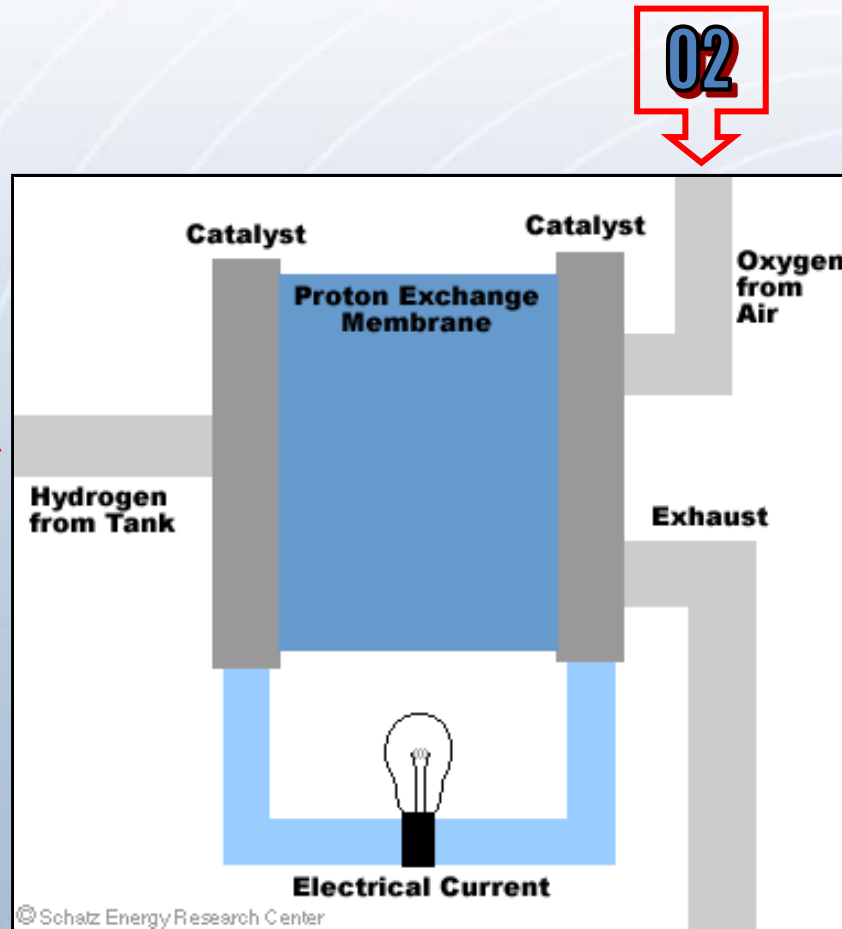


# Pilas de Combustible

1. Motivo
2. Objetivo
3. Participantes
4. Aerorreactores
5. Motores Alternativos
6. Pilas de Combustible
7. Gastos
8. Publicaciones
9. Conclusiones



**Reacción  
anódica:**

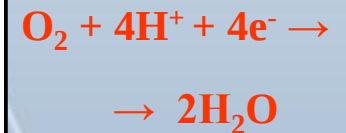


**Electricidad**

**Calor**

**H<sub>2</sub>O**

**Reacción  
catódica:**





UPM  
ETSIA



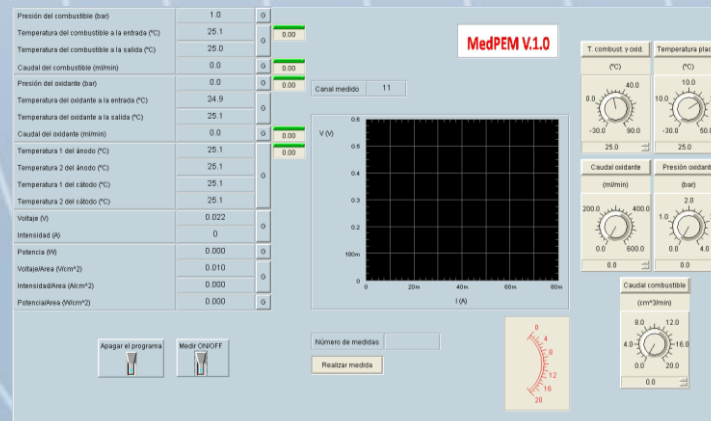
# Pilas de Combustible

1. Motivo
2. Objetivo
3. Participantes
4. Aerorreactores
5. Motores Alternativos
6. Pilas de Combustible
7. Gastos
8. Publicaciones
9. Conclusiones

Laboratorio virtual de pilas de combustible



MedPem





UPM  
ETSIA



# Publicaciones y registros

1. Motivo
2. Objetivo
3. Participantes
4. Aerorreactores
5. Motores Alternativos
6. Pilas de Combustible
7. Gastos
8. Publicaciones
9. Conclusiones

- Simulación de una pila de combustible para su aplicación en un laboratorio virtual

T.J. Leo Mena, E. Navarro, L. Moral

XVIII Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas (18 CUIEET) (España)

- Desarrollo de un laboratorio virtual para el estudio del proceso de renovación de gases de un motor alternativo

E. Navarro, T.J. Leo Mena

8<sup>th</sup> Symposium Iberoamericano en Educación, Cibernética e Informática (CIECI 2011)

- MedPEM

E. Navarro, T.J. Leo

N. de solicitud: M-002796/2011 y M-002798/2011



UPM  
ETSIA



# Conclusiones

1. Motivo
2. Objetivo
3. Participantes
4. Aerorreactores
5. Motores Alternativos
6. Pilas de Combustible
7. Gastos
8. Publicaciones
9. Conclusiones

## De los laboratorios virtuales desarrollados

- Representan una herramienta muy buena para su aplicación en el aula con fin de estudiar el comportamiento paramétrico de sistemas complejos.
- Permitir a los alumnos el acceso al laboratorio desde cualquier lugar y momento (acceso remoto), así como cuantas veces sea necesario.
- Favorecer el aprendizaje autónomo de los alumnos.
- Poder disponer de múltiples puestos de trabajo con un coste mínimo.



UPM  
ETSIA



# Conclusiones

1. Motivo
2. Objetivo
3. Participantes
4. Aerorreactores
5. Motores Alternativos
6. Pilas de Combustible
7. Gastos
8. Publicaciones
9. Conclusiones

## Conclusión final

*Los laboratorios virtuales representarán en un futuro próximo una parte importante del sistema educativo por permitir el aprendizaje autónomo del alumno, reducir costes y adaptarse las nuevas directrices educativas*



UPM  
ETSIA



**Muchas gracias por su atención**