



Titulació:

**Ingeniería Industrial, Plan 2003. ICT Mecánico**

Alumno:

**Javier Ruiz Gómez**

Título PFC:

**Diseño y fabricación de una pila de combustible de hidrógeno de baja potencia**

Director del PFC:

**Xavier Salueña Berna**

Convocatoria de entrega del PFC:

**Setiembre de 2010**

Contenido de este volumen:

**-PLIEGO DE CONDICIONES-**

---



**Universitat Politècnica de Catalunya**

**Escola Tècnica Superior  
d'Enginyeries Industrial i Aeronàutica  
de Terrassa**

**Departament d'Enginyeria Mecànica**

**Diseño y Fabricación de una Pila de Combustible de  
Hidrógeno de Baja Potencia**

---

# **Pliego de Condiciones**

---

**Titulación: Ingeniería Industrial, Plan 2003. ICT Mecánico**

**Autor: Javier Ruiz Gómez**

**Tutor: Xavier Salueña Berna**

**Setiembre de 2010**

# Índice

<b>1 Disposiciones y abarque del pliego de condiciones .....</b>	<b>2</b>
1.1 Objetivo del pliego.....	2
1.2 Descripción del proceso de fabricación .....	2
<b>2 Especificaciones.....</b>	<b>4</b>
2.1 Especificaciones de la pila de combustible.....	4
2.1.1 Tipo de pila .....	4
2.1.2 Parámetros de funcionamiento .....	4
2.1.3 Dimensiones y peso.....	4
2.2 Especificaciones de los componentes y materiales.....	5
2.2.1 Placas bipolares .....	5
2.2.2 Tapas.....	5
2.2.3 MEAs .....	5
2.2.4 Electrodo.....	5
2.2.5 Sellos .....	6
2.2.6 Soporte de los ventiladores .....	6
2.2.7 Ventiladores.....	6
2.2.8 Componentes auxiliares .....	6
<b>3 Condiciones de ejecución del proyecto .....</b>	<b>7</b>
3.1 Elección y compra de materiales .....	7
3.2 Fabricación de las placas bipolares .....	7
3.3 Fabricación de las tapas .....	7
3.4 Fabricación de los electrodos .....	7
3.5 Fabricación de los sellos.....	8
3.6 Fabricación del soporte de los ventiladores.....	8
3.7 Montaje de la pila de combustible.....	8
<b>4 Condiciones facultativas.....</b>	<b>9</b>

# 1 Disposiciones y abarque del pliego de condiciones

## 1.1 Objetivo del pliego

El presente proyecto pretende el diseño y fabricación de una pila de combustible de hidrógeno de baja potencia.

La utilidad del proyecto se centra en la fabricación de un prototipo. Si se tuviera que aplicar en la fabricación en serie, se deberían realizar las mejoras y modificaciones pertinentes del resultado de la fabricación del prototipo.

En caso de que el proyecto se aplique a un ámbito industrial para su fabricación en serie, se deberá proceder como se describe en el pliego de condiciones.

El pliego de condiciones define los siguientes aspectos:

- Fases que componen el proyecto
- Especificaciones de los componentes materiales
- Detalles de la ejecución del proyecto
- Itinerario de montaje

En caso de duda en la puesta en marcha del proyecto, consultar con el proyectista.

## 1.2 Descripción del proceso de fabricación

Las diversas partes que componen el proyecto se enumeran a continuación, quedando establecido este estricto orden, con la obligación de terminar la etapa anterior antes de empezar la posterior, en el caso de disponer de un solo operario, en caso contrario se podrían hacer las tareas 2, 3, 4, 5, 6 y 7 simultáneamente.

1. Encargo y compra de los materiales y componentes necesarios.
2. Fabricación de las placas bipolares.
3. Fabricación de las tapas.

4. Fabricación de los electrodos.
5. Fabricación de los sellos.
6. Adaptación del ensamblaje membrana-electrodo.
7. Fabricación del soporte para los ventiladores.
8. Montaje del apilamiento mediante los componentes citados.
9. Montaje final de la pila, integrando los componentes citados y los auxiliares.
10. Comprobación de los parámetros para el buen funcionamiento.

Todas las fases descritas que en su conjunto forman la obra, deberán ser ejecutadas por operarios que se someterán a las normas de la comunidad autónoma o país que tenga previstas para este tipo de procesos de fabricación y montaje, no haciéndose responsable el proyectista de los desperfectos ocasionados por el incumplimiento.

## 2 Especificaciones

En este apartado se detallan las características técnicas exigibles tanto a los componentes y materiales necesarios para su fabricación, como a la pila una vez fabricada.

### 2.1 Especificaciones de la pila de combustible

En este punto se enumeran las características técnicas exigibles a la pila de combustible:

#### 2.1.1 Tipo de pila

El tipo de pila de combustible a fabricar deber ser del tipo PEM (Membrana de Intercambio de Protones), debido a que el resto de tipos de pilas requieren una mayor especialización debido a la mayor complejidad a la hora de fabricar, además existen muchos más proveedores de componentes para el tipo de pila PEM.

#### 2.1.2 Parámetros de funcionamiento

La pila de combustible a fabricar deberá entregar una potencia alrededor de los 10-15W, debido a las aplicaciones para las que está diseñada, con una tensión a circuito abierto en torno a los 4-5V y una intensidad máxima en cortocircuito de 12A.

#### 2.1.3 Dimensiones y peso

Las dimensiones máximas de la pila no deberán superar los 45mm en ancho, y 150mm de largo y alto.

El peso máximo de la pila una vez construida no deberá superar los 1300g.

## **2.2 Especificaciones de los componentes y materiales**

En este apartado se detallan las características técnicas exigibles a los componentes y materiales de la pila a fabricar.

### **2.2.1 Placas bipolares**

Las placas bipolares que conforman la pila de combustible deberán ser de grafito, sin tener que cumplir ninguna condición especial, únicamente se deberá tener en cuenta que son muy frágiles y no pueden sufrir golpes debido al riesgo de rotura o fragmentación de los cantos.

### **2.2.2 Tapas**

Las tapas de la pila de combustible podrán ser fabricadas en metacrilato o similar, como pueden ser otros materiales como el policarbonato o el poliestireno. No existe ninguna otra condición exigible para este componente.

### **2.2.3 MEAs**

Las MEAs (Ensamblaje Membrana-Electrodo) serán compradas teniendo en consideración la superficie activa necesaria y una carga de catalizador suficiente para poder generar la intensidad requerida. Dependiendo de la calidad, el componente puede tener una carga de catalizador diferente en cada lado, (ánodo-cátodo) por lo tanto, en el momento de su montaje se debe tener en cuenta, para el posterior buen funcionamiento de la pila. También es importante destacar que para su manipulación durante el montaje de la pila son necesarios guantes y mascarilla debido a su alto nivel de sensibilidad, sobre todo hacia el dióxido de carbono (CO) generado al hablar y respirar.

### **2.2.4 Electroodos**

Los electroodos, que sirven de colectores de la corriente eléctrica generada en la pila de combustible, deberán estar fabricados en cobre, sin otra característica exigible para este componente.

### **2.2.5 Sellos**

Los sellos que mantienen la estanqueidad en la pila deberán ser de teflón o similar. Se deberá prestar especial atención durante el montaje para evitar una mala colocación del componente y en consecuencia un mal funcionamiento de la pila, para ello se puede ayudar colocando unas varillas para el correcto guiaje de los elementos en el momento del montaje.

### **2.2.6 Soporte de los ventiladores**

El soporte para los ventiladores se deberá ser fabricado con algún polímero apto para ser extruido como el poliestireno. A parte de esto no existe ninguna otra condición exigible para este componente.

### **2.2.7 Ventiladores**

Los ventiladores que se instalarán son necesarios para garantizar el flujo de aire por los conductos de ventilación. Los que se decidan instalar, deberán tener una tensión acorde con la suministrada por la pila para su correcto funcionamiento.

### **2.2.8 Componentes auxiliares**

Los sistemas de fijación como son los tornillos, tuercas, arandelas y juntas no deberán cumplir ninguna condición especial.

Los racores en cambio, sí deberán cumplir con la condición de ser de un diámetro acorde con los conductos mecanizados en la placa bipolar, con el fin de asegurar el correcto flujo de hidrógeno en la pila.



### **3 Condiciones de ejecución del proyecto**

En este apartado se dan las indicaciones necesarias para la fabricación de los componentes de la pila de combustible.

#### **3.1 Elección y compra de materiales**

La compra de materiales, componentes y aparatos necesarios tendrá que realizarse con el tiempo necesario para que estén disponibles en el momento que comience el ensamblaje de los componentes.

#### **3.2 Fabricación de las placas bipolares**

Las placas bipolares de grafito suministradas serán de 4 x 4 pulgadas y 5mm de espesor. De cada placa bipolar se podrán obtener 1 placa de la medida necesaria para la pila de combustible en cuestión. Se mecanizarán los conductos destinados al paso del hidrógeno y del aire respetando la topología de canales en serpentín y con un ancho máximo de conductos de 2,1mm para el hidrógeno y 2,1mm para el aire. Además la profundidad de los canales no podrá superar el 1mm para el hidrógeno y los 2,75 para el aire. Las paredes intermedias entre conductos serán de 0,8mm como mínimo, debido a la fragilidad del grafito. El mecanizado se realizará mediante tecnologías CAD-CAM para una mayor precisión.

#### **3.3 Fabricación de las tapas**

Las tapas se fabricarán mediante mecanizado, respetando las medidas requeridas por las conexiones con las placas bipolares. El resto de operaciones, como los agujeros para los tornillos permiten una mayor flexibilidad y quedan a criterio del fabricante.

#### **3.4 Fabricación de los electrodos**

Para la fabricación de los electrodos de cobre o colectores de corriente, no se especifica ningún proceso en concreto.

### **3.5 Fabricación de los sellos**

Para la fabricación de los sellos de teflón no se especifica ningún proceso en concreto, únicamente que respeten exactamente las medidas que deben hacer para el correcto aislamiento entre placas y ensamblaje con la MEA.

### **3.6 Fabricación del soporte de los ventiladores**

La fabricación del soporte de los ventiladores se deberá hacer mediante un proceso de extrusión debido a la complejidad del perfil del soporte. El resto de operaciones que se le tienen que realizar no se especifica ningún proceso en concreto.

### **3.7 Montaje de la pila de combustible**

Para el montaje de la pila de combustible se deberá ensamblar en primer lugar el apilamiento en sí, es decir, las placas bipolares, las MEAs y los sellos. Una vez montada esta parte, el resto del proceso de ensamblaje queda a criterio del fabricante de la pila y teniendo en cuenta que los ventiladores se deben colocar en alguna cara donde tengamos los orificios de los conductos de ventilación.

## 4 Condiciones facultativas

Los permisos de carácter obligatorio se tendrán que obtener por parte de la empresa contratante, quedando la empresa contratista al margen de todas las consecuencias derivadas de las mismas. Cualquier retardo por el proceso de fabricación por causas debidamente justificadas, siendo estas ajenas a la empresa contratista, será debidamente aceptado por el contratante, no teniendo este último derecho alguno a reclamar.

Cualquier demora no justificada supondrá el pago de una multa por el valor del 6% del importe total de fabricación por fracción de retardo acordado en el contrato.

La empresa contratante se compromete a proporcionar las mejores facilidades al contratista para que la fabricación se realice de manera rápida y perfecta.

El dispositivo cumplirá los requisitos mínimos respecto al proyecto encargado, cualquier variación o mejora en el contenido del mismo se tendrá que consultar al técnico diseñador.

La contratación de este proyecto se considera válida cuando las dos partes implicadas se comprometen a concluir las cláusulas del contrato, por el cual tendrán que estar firmados los documentos adecuados en una reunión conjunta después de haber llegado a un acuerdo. Los servicios dados por la empresa contratista se consideran finalizados desde el momento en el que el aparato se ponga en funcionamiento después de la previa comprobación de que todo funciona correctamente.