



## RESUMEN DE LA TESIS DOCTORAL

### DATOS DEL/ DE LA DOCTORANDO/A:

Apellidos y nombre: de las Heras Jiménez, Ainhoa	NIF/Pasaporte: [REDACTED]	Nacionalidad: [REDACTED]
Dirección a efectos de notificaciones: [REDACTED]		
Teléfono: [REDACTED]	EMAIL: [REDACTED]	

### DATOS DE LA TESIS DOCTORAL:

Título: Contribuciones a las Pilas de Combustible de Electrolito Polimérico (PEFC) de potencia media y refrigeradas por aire. Fundamentación teórica del proceso de fabricación del stack y estudio experimental del Balance de Planta	
Programa Oficial de Doctorado al que se adscribe: CIENCIA Y TECNOLOGÍA INDUSTRIAL Y AMBIENTAL	
Departamento: Ingeniería Electrónica, de Sistemas Informáticos y Automática	
Director/es:	
Dr./Dra.: José Manuel Andújar Márquez	ORCID: <a href="https://orcid.org/0000-0002-0631-0021">https://orcid.org/0000-0002-0631-0021</a>
Dr./Dra.: Francisca Segura Manzano	ORCID: <a href="https://orcid.org/0000-0002-9969-8773">https://orcid.org/0000-0002-9969-8773</a>
Dr./Dra.:	ORCID:
Resumen en <b>castellano</b> que será usado para la base de datos del Ministerio TESEO (máx. 4000 caracteres)	
<p>En los últimos tiempos, la escasez y dependencia de los combustibles fósiles ha contribuido al fomento de las energías renovables por parte de las administraciones públicas, además de la preocupación por el cambio climático y los efectos nocivos de las emisiones contaminantes. Por tanto, ha surgido el interés para desarrollar fuentes de energía renovables, entre ellas las pilas de combustible de hidrógeno, que son capaces de generar energía limpia. En cuanto a los tipos de tecnología de las pilas de combustible, las pilas de combustible de electrolito polimérico (PEFC) se caracterizan por su amplia variedad de aplicaciones como son en equipos portátiles, aplicaciones estacionarias o en automoción, así como en sistemas para situaciones de emergencia.</p> <p>Para construir una pila de combustible tipo PEFC completa, se parte de una sola celda, para posteriormente ir apilándola con más celdas similares. El número de celdas apiladas varía dependiendo de la potencia eléctrica requerida y éstas se integran formando el stack final. En una celda, hay dos partes que reciben una especial atención: el conjunto que forman el electrodo y la membrana (MEA) y placas bipolares (BPs). Por tanto, se realizará una revisión detallada de los procesos de fabricación que están involucrados en estas dos partes, describiendo las técnicas de deposición del catalizador para la implementación de la MEA y los métodos de fabricación de BPs ordenados de forma cronológica, y además, incluye cómo ensamblar las celdas para construir un stack que pueda proporcionar la energía requerida.</p> <p>Además, otra ventaja de las pilas de combustible de electrolito de polímero refrigeradas por aire (AC-PEFC) es su posibilidad de integrar los subsistemas de oxidación y refrigeración en solo uno. Esta característica reduce no solo el peso, el volumen y el coste de la pila de combustible, sino también la complejidad del control. El subsistema de oxigenación/refrigeración junto con otros tres (combustible, eléctrico y control) componen el Balance de Planta (BoP), que junto con el stack, comprenden el sistema pila de combustible. Es común encontrar trabajos enfocados en analizar la influencia del subsistema oxigenación/refrigeración en una pila de combustible. Sin embargo, estudios del subsistema de combustible (que es el responsable de proporcionar el hidrógeno para su reacción de oxidación-reducción con el oxígeno para formar agua) son difíciles de encontrar en la literatura científica. Parece que la configuración del subsistema de combustible no tendría influencia sobre el rendimiento global del sistema. Pero en base a resultados, se muestra cómo el rendimiento de la pila de combustible está condicionado por la configuración del subsistema de combustible. Por tanto, se presenta un exhaustivo estudio de una pila de combustible de tipo AC-PEFC prestando atención al subsistema de suministro de combustible dando las claves para la configuración de un BoP más adecuado, que garantice el mejor rendimiento, con el diseño de BoP más fácil y la mínima complejidad.</p> <p>Posteriormente, se presenta un estudio experimental de la configuración del subsistema de oxigenación/refrigeración de una AC-PEFC. Según la bibliografía científica, los estudios realizados han estado siempre más enfocados al estudio del resto de subsistemas, en vez de enfocarse en el subsistema de</p>	



oxigenación/refrigeración, aunque un diseño y tamaño adecuados del subsistema son fundamentales para el buen funcionamiento del stack. El análisis que se realiza intenta resolver algunos problemas que pueden aparecer si no se ha optimizado el diseño del subsistema de oxigenación/refrigeración adecuadamente. Estos problemas están relacionados con aspectos importantes, ya que influirían en el rendimiento, en la eficiencia del sistema completo y en la distribución de la temperatura sobre el stack.

Resumen en **inglés** que será usado para la base de datos del Ministerio TESEO (máx. 4000 caracteres)

In recent years, the scarcity and dependence on fossil fuels has contributed to the promotion of renewable energies by public administrations, in addition to the concern for climate change and the harmful effects of polluting emissions. Therefore, there has been interest in developing renewable energy sources, including hydrogen fuel cells, which are capable of generating clean energy. Regarding the types of fuel cell technology, polymer electrolyte fuel cells (PEFC) are characterized by their wide variety of applications such as portable equipment, stationary applications or automotive, as well as systems for situations of emergency.

To build a complete PE fuel cell, from the single cell to the stack is needed to assemble similar cells and the number of cells stacked varies depending on the electrical power required. In a cell, there are two parts that receive special attention: the set that form the electrode and the membrane (MEA) and bipolar plates (BPs). Therefore, a detailed review of the manufacturing processes that are involved in these two parts will be carried out, describing the catalyst deposition techniques for the implementation of the MEA and the manufacturing methods of BPs ordered chronologically, and also includes how to assemble the cells to build a stack that can provide the required energy.

In addition, another advantage of air-cooled polymer electrolyte fuel cells (AC-PEFC) is their ability to integrate the oxidation and cooling subsystems into just one. This feature reduces not only the weight, volume and cost of the fuel cell, but also the complexity of the control. The oxidant/cooling subsystem along with three others (fuel, electrical and control) make up the Balance of Plant (BoP), which together with the stack, comprise the fuel cell system.

It is common to find works focused on analyzing the influence of the oxidant/cooling subsystem in a fuel cell. However, studies of the fuel subsystem (which is responsible for providing hydrogen for its oxidation-reduction reaction with oxygen to form water) are difficult to find in the scientific literature. It seems that the configuration of the fuel subsystem would have no influence on the overall performance of the system. But based on results, it shows how the performance of the fuel cell is conditioned by the configuration of the fuel subsystem. Therefore, an exhaustive study of an AC-PEFC type fuel cell is presented paying attention to the fuel supply subsystem giving the keys for the configuration of a more suitable BoP, which guarantees the best performance, with the BoP design more easy and the minimum complexity.

Subsequently, an experimental study of the configuration of the oxidant/cooling subsystem of an AC-PEFC is presented. According to the scientific literature, the studies carried out have always been more focused on the study of the rest of subsystems, instead of focusing on the oxidant/cooling subsystem, although an adequate design and size of the subsystem are fundamental for the proper functioning of the stack.

The analysis that is carried out attempts to solve some problems that may appear if the design of the oxidant/cooling subsystem has not been optimized adequately. These problems are related to important aspects, since they would influence the performance, the efficiency of the complete system and the distribution of the temperature on the stack.

Palabras claves en **castellano** que deben coincidir con las enviadas a la base de datos TESEO (máx. 5 descriptores o palabras claves, separadas por coma)

Pila de combustible, proceso de fabricación de stack, Balance de Planta, Subsistema de Hidrógeno, Subsistema de Oxigenación/refrigeración

Palabras claves en **inglés** que deben coincidir con las enviadas a la base de datos TESEO (máx. 5 descriptores o palabras claves, separadas por coma)

Fuel Cells, Manufacturing Techniques, Balance of Plant, Fuel supply subsystem, Oxidant/cooling subssystem

¿TESIS POR COMPENDIO DE PUBLICACIONES?    **SI**    ~~NO~~ (tachar lo que no proceda)

Algunas publicaciones, por respeto a los posibles conflictos de propiedad intelectual relativos a su difusión, serán sustituidas por referencia, resumen y DOI o enlace al artículo.



Relación de artículos que confirman la tesis:

Título: From the cell to the stack. A chronological walk through the techniques to manufacture the PEFCs core

Autores: A. De las Heras, F. J. Vivas, F. Segura, J. M. Andújar

Revista: Renewable and Sustainable Energy Reviews

Referencia: Vol. 96, pp. 29-45.

Año: 2018

Índice de calidad: Journal included in JCR, position 5/90 in the category of "Energy & Fuels, IF (2016): 8,050

Título: How the BoP configuration affects the performance in an Air-Cooled Polymer Electrolyte Fuel Cell. Keys to design the best configuration

Autores: A. De las Heras, F. J. Vivas, F. Segura, J. M. Andújar

Revista: International Journal of Hydrogen Energy

Referencia: Vol. 42(17) pp. 12841-12855

Año: 2016

Índice de calidad: Journal included in JCR, position 28/90 in the category of "Energy & Fuels", IF (2016): 3,582

Título: Air-Cooled fuel cells: keys to design and build the oxidant/cooling system

Autores: A. De las Heras, F. J. Vivas, F. Segura, J. M. Andújar

Revista: Renewable Energy

Referencia: Vol. 125 pp-1-20.

Año: 2018

Índice de calidad: Journal included in JCR, position 18/90 in the category of "Energy & Fuels, IF (2016): 4,357

En Huelva, a 15 de Octubre de 2018

Firma del interesado

Fdo. Anhoa de las Heras Jiménez