



AUTOR/A: Marcos López Juárez

DIRECTOR DE TESIS: Ricardo Novella Rosa

Título: Analysis of hydrogen fuel cell powerplant architectures for future transport applications

RESUMEN (Castellano)

A la luz de la crisis medioambiental y del creciente interés en el uso del H₂ para avanzar hacia la Economía del Hidrógeno, esta tesis tiene como objetivo analizar y optimizar nuevas arquitecturas de sistemas propulsivos de FCV para aplicaciones en turismos y vehículos pesados en términos de rendimiento, durabilidad e impacto medioambiental. Para ello, se ha desarrollado una plataforma de modelado de FCV multifísica y flexible que integra un modelo de pila de combustible validado junto con los componentes del BoP, los componentes mecánicos y eléctricos del vehículo y el sistema propulsivo, un modelo de degradación de FC semi-empírico informado por tendencias físicas diseñado para ser utilizado en condiciones de conducción y un optimizador de EMS en tiempo real que ofrece el mejor rendimiento dado un diseño de sistema propulsivo y un ciclo de conducción, de tal forma que todas las arquitecturas propuestas para una aplicación determinada sean comparables en términos justos.

La discusión de los resultados puede dividirse en tres partes diferentes. La primera está orientada a la optimización del rendimiento del FCS. Los resultados de esta parte ayudaron a identificar la estrategia de gestión del aire que, dado un conjunto de restricciones impuestas en los componentes del BoP, maximizaba la potencia neta del FCS (eficiencia) para cada valor de densidad de corriente. El balance energético resultante, que comprende la potencia producida por la pila de combustible, las pérdidas electroquímicas y el consumo de los componentes del BoP, fue analizado y utilizado para determinar y diseñar la estrategia de control de los actuadores del BoP para condiciones de conducción.

La segunda parte se centra en la evaluación y optimización, cuando es posible, de la arquitectura FCREx para aplicaciones de turismos y la configuración multi-FCS para aplicaciones de vehículos de transporte pesado. Desde el punto de vista del rendimiento, la arquitectura FCREx ofrecía un consumo mínimo de H₂ con una elevada potencia de la pila de combustible y una gran capacidad de la batería, pero este diseño podría ser prohibitivo en términos de costes. Podía ofrecer hasta un 16.8-25% menos de consumo de H₂ y un 6.8% menos de consumo de energía. La limitación en la dinámica de esta arquitectura aumentó la durabilidad de la FC en un 110% con una penalización en el consumo de H₂ del 4.7%. La arquitectura multi-FCS para aplicaciones pesadas podría funcionar con una dinámica aún menor, con un aumento de la durabilidad de la pila del 471% con una penalización en el consumo de H₂ del 3.8%, ya que el perfil de conducción de los vehículos pesados suele ser menos dinámico. El control y el dimensionamiento diferencial solo podrían aportar beneficios en términos de impacto ambiental o de coste, pero no de rendimiento.

La última parte considera los resultados obtenidos en términos de rendimiento y durabilidad para analizar el impacto medioambiental de cada arquitectura. La estrategia de producción de H₂ afecta significativamente a las emisiones del ciclo de vida en ambas aplicaciones sobre cualquier otra elección de diseño. El diseño óptimo para la arquitectura FCREx que minimiza las emisiones tiene una alta potencia de la pila de combustible y una capacidad moderada de la batería. En el caso de la aplicación para vehículos pesados, se identificó la dinámica de control óptima para cada diseño y estrategia de producción de H₂, y se determinó que la estrategia de



diseño de dimensionado diferencial solo proporcionaba beneficios si se consideraba una tecnología de pila de combustible diferente para las distintas pilas integradas en el sistema propulsivo.