

Resumen

En los últimos años, la industria de la automoción ha hecho un gran esfuerzo para producir sistemas de propulsión más eficientes y menos contaminantes sin menguar su rendimiento. Las nuevas regulaciones impuestas por las autoridades han empujado a la industria hacia la electrificación de los sistemas de propulsión mientras que las tecnologías desarrolladas para el sistema de propulsión convencional, basado en motores de combustión interna alternativos (MCIA), ya no son suficientes.

El modelado numérico ha demostrado ser una herramienta indispensable para el diseño, desarrollo y optimización de sistemas de gestión térmica en trenes motrices electrificados, ahorrando costes y reduciendo el tiempo de desarrollo. La gestión térmica en los MCIA siempre ha sido importante para mejorar el consumo, las emisiones y la seguridad. Sin embargo, es todavía más importante en los sistemas de propulsión híbridos, a causa de la complejidad del sistema y al funcionamiento intermitente del MCIA. Además, los trenes motrices electrificados tienen varias fuentes de calor (es decir, MCIA, batería, máquina eléctrica) con diferentes requisitos de funcionamiento térmico.

El objetivo principal de este trabajo ha sido desarrollar modelos térmicos para estudiar la mejora de los sistemas de gestión térmica en sistemas de propulsión electrificados (es decir, vehículo híbrido), estudiando y cuantificando la influencia de diferentes estrategias en el rendimiento, la seguridad y la eficiencia de los vehículos.

La metodología desarrollada en este trabajo consistió tanto en la realización de experimentos como en el desarrollo de modelos numéricos. De hecho, se llevó a cabo una extensa campaña experimental para validar los diferentes modelos del tren motriz electrificado. Los datos obtenidos de las campañas experimentales sirvieron para calibrar y validar los modelos así como para corroborar los resultados obtenidos por los estudios numéricos.

En primer lugar, se estudiaron las diferentes estrategias de gestión térmica de manera independiente para cada componente del tren motriz. Para el MCIA se estudió el uso de nanofluidos, el aislamiento del colector y puertos de escape, así como el cambio de volumen de sus circuitos hidráulicos. De igual forma, se evaluó el impacto de diferentes estrategias para la mejora térmica de las baterías. Además, el modelo de máquina eléctrica se utilizó para desarrollar pruebas experimentales que emulaban el daño térmico producido en ciclos reales de conducción. En segundo lugar, los modelos de tren motriz se integraron utilizando un estándar de co-simulación para evaluar el impacto de un sistema de gestión térmica integrado. Finalmente, se implementó un nuevo control del sistema de gestión de energía para evaluar el impacto de considerar el estado térmico del MCIA al momento de decidir la distribución de potencia del vehículo híbrido.

Los resultados han demostrado que el uso de nanofluidos tiene un impacto muy limitado tanto en el MCIA como en el comportamiento térmico de la batería. Además, también mostraron que al reducir el volumen de refrigerante en un 45 %, la reducción en el tiempo de calentamiento del MCIA y el consumo de combustible en comparación con el caso base fue del 7 % y del 0.4 %, respectivamente. Además, para condiciones de frío (-7 °C), el impacto fue todavía mayor, obteniendo una reducción del tiempo de calentamiento y del consumo de combustible del 13 % y del 0.5 % respectivamente. Por otro lado, los resultados concluyeron que durante el calentamiento del MCIA, el sistema integrado de gestión térmica mejoró el consumo de energía en un 1.74 % y un 3 % para condiciones de calor (20 °C) y frío (-20 °C), respectivamente. Esto se debe al hecho que el sistema de gestión térmica integrado permite evitar la caída de temperatura del MCIA cuando el sistema de propulsión está en manera eléctrica pura. Finalmente, se observaron ganancias significativas en los ciclos de prueba de vehículos ligeros armonizados en todo el mundo (WLTC) y los ciclos de emisiones de conducción real (RDE) cuando se consideró el estado térmico del MCIA al decidir la distribución de potencia.