

RESUMEN: Reducir las emisiones de gases contaminantes de los motores de combustión interna alternativos (MCIA) es uno de los mayores retos para combatir el calentamiento global. Dado que los motores seguirán siendo utilizados por la industria durante décadas, es necesario desarrollar nuevas tecnologías. En este contexto, la presente tesis doctoral viene motivada por la necesidad de seguir mejorando los motores, tanto desde el punto de vista de la ingeniería técnica como desde el punto de vista social, debido a los efectos de los gases de efecto invernadero. El objetivo principal de esta tesis es desarrollar una metodología de optimización para sistemas de combustión de motores de encendido por compresión (MEC) mediante el acoplamiento de algoritmos de optimización con simulación por ordenador. Con la optimización de los sistemas de combustión es posible aumentar la eficiencia de los motores, reduciendo así el consumo de combustible junto con la reducción de emisiones contaminantes, en particular óxidos de nitrógeno (NO_x) y hollín. En el primer paso, se abordan diferentes algoritmos de optimización con el fin de elegir el mejor candidato para esta metodología. A partir de aquí, la primera optimización se centra en un motor de encendido por compresión que funciona con combustible convencional para validar la metodología y también para evaluar el estado actual de evolución de estos motores. Con el objetivo de reducir el consumo de combustible manteniendo los niveles de NO_x y hollín por debajo de los valores de un motor real, se inicia el proceso de optimización. Los resultados obtenidos confirman que un nuevo sistema de combustión específico para este motor podría generar una reducción del consumo de combustible manteniendo las emisiones de gases por debajo del valor estipulado. Además, se concluye que los motores MEC que utilizan combustible convencional se encuentran ya en un nivel de eficiencia muy elevado, y es difícil mejorarlos sin utilizar un sistema de postratamiento. Así pues, el segundo bloque de optimización se basa en el uso de motores MEC que funcionan con un combustible alternativo, que en este caso es el OME. El objetivo de este estudio es diseñar un sistema de combustión específico para un motor que utilice este combustible y que ofrezca un rendimiento del mismo orden de magnitud que un motor diésel. En la búsqueda de una mayor eficiencia, las emisiones de NO_x son una restricción del sistema de optimización para que el sistema de combustión no emita más gases que un motor real. En este caso, el hollín no se tiene en cuenta debido a que las características del combustible no producen este tipo de contaminante. Los resultados mostraron que un sistema de combustión diseñado específicamente para esta operación podía ofrecer altas eficiencias, incluso la eficiencia obtenida fue alrededor de 2,2 % mayor en comparación con el motor diésel real. Además, fue posible reducir a la mitad las emisiones de NO_x cuando el motor funciona con OME. El último bloque de optimización se refiere a una nueva arquitectura de motor que permite eliminar las emisiones de NO_x . El modelo de oxicomustión resulta apasionante, ya que se elimina el nitrógeno de la mezcla de admisión y, por tanto, no se generan emisiones que contengan N_2 . Además, con el uso de este modo de combustión, es posible capturar CO_2 de los gases de escape, que luego puede venderse en el mercado. Dado que se trata de un tema nuevo y poco investigado, los resultados son prometedores. Demuestran que fue posible obtener un sistema de combustión específico capaz de ofrecer niveles de eficiencia cercanos a los de los motores convencionales. Además, se eliminaron las emisiones de NO_x , así como las de hollín. Adicionalmente, este sistema fue capaz de reducir las emisiones de CO y HC a niveles similares a los motores convencionales. Por otra parte, los resultados presentados en esta tesis doctoral proporcionan una base de datos ampliada para explorar el funcionamiento del motor CI. Adicionalmente, este trabajo mostró el potencial de la simulación computacional aliada con métodos matemáticos para diseñar sistemas de combustión para diferentes aplicaciones.