

Resumen de la tesis doctoral

La actual crisis climática ha instado a la comunidad investigadora y a los fabricantes a brindar soluciones para hacer que el sector del transporte sea más sostenible. De entre las diversas tecnologías propuestas, la combustión a baja temperatura ha sido objeto de una extensa investigación. La combustión premezclada dual-fuel es uno de los conceptos que abordan el compromiso de NO_x-hollín en motores de encendido por compresión manteniendo alta eficiencia térmica. Esta combustión hace uso de dos combustibles con diferentes reactividades para mejorar la controlabilidad de este modo de combustión en un amplio rango de funcionamiento.

De manera similar a todos los modos de combustión premezclados, esta combustión es sensible a las condiciones de operación y suele estar sujeta a variabilidad cíclica con gradientes de presión significativos. En consecuencia, se requieren estrategias de control avanzadas para garantizar un funcionamiento seguro y preciso del motor. El control en bucle cerrado es una herramienta eficaz para abordar los desafíos que plantea la combustión premezclada dual-fuel. En este tipo de control, para mantener el funcionamiento deseado, las acciones de control se adaptan y corrigen a partir de una retroalimentación con las señales de salida del motor.

Esta tesis presenta estrategias de control basadas en la medición de la señal de presión en el cilindro, aplicadas a motores de combustión premezclada dual-fuel. En ella se resuelven diversos aspectos del funcionamiento del motor mediante el diseño de controladores dedicados, haciéndose especial énfasis en analizar e implementar estas soluciones a los diferentes niveles de estratificación de mezcla considerados en estos motores (es decir, totalmente, altamente y parcialmente premezclada). Inicialmente, se diseñan estrategias de control basadas en el procesamiento de la señal de presión en el cilindro y se seleccionan acciones proporcionales-integrales para asegurar el rendimiento deseado del motor sin exceder las limitaciones mecánicas del motor. También se evalúa la técnica extremum seeking para realizar una supervisión de una combustión eficiente y la reducción de emisiones de NO_x. Luego se analiza la resonancia de la presión en el cilindro y se implementa un controlador similar a aquel usado para el control de knock para garantizar el funcionamiento seguro del motor. Finalmente, se utilizan modelos matemáticos para diseñar un modelo orientado a control y un observador que tiene como objetivo combinar las señales medidas en el motor para mejorar las capacidades de predicción y diagnóstico en dicha configuración de motor.

Los resultados de este trabajo destacan la importancia de considerar el control en bucle cerrado para abordar las limitaciones encontradas en los modos de combustión premezclada. En particular, el uso de la medición de presión en el cilindro muestra la relevancia y el potencial de esta señal para desarrollar estrategias de control complejas y precisas.