

# Resumen

En los últimos años, dentro del marco de los motores de encendido por compresión, el número de investigaciones centradas en el desarrollo y estudio de nuevos modos de combustión de baja temperatura premezclados ha sido ingente. Dichos modos presentan indudables ventajas respecto a los modos convencionales de combustión Diesel por difusión, sobre todo en cuanto a la reducción de emisiones contaminantes, especialmente de NO<sub>x</sub> y hollín características de estos motores. No obstante, dichos nuevos conceptos también presentan diversas problemáticas no resueltas hasta el momento. Fundamentalmente, estas derivan del control sobre el proceso de combustión, ya que son las condiciones termodinámicas en el interior de la cámara de combustión las que determinan el momento de encendido y por tanto las prestaciones y emisiones asociadas al mismo. Este hecho implica graves problemas con respecto al control del inicio y de la liberación de la energía en el ciclo motor, así como también un estrecho rango de operación en donde los modos de combustión de baja temperatura, tanto homogéneos como premezclados, son funcionales.

Con la finalidad de paliar y reducir estas limitaciones, la presente tesis propone como objetivo principal contribuir a la reducción de las diferentes desventajas derivadas del control de los procesos de combustión parcialmente premezclados así como a mejorar el conocimiento de los procesos físico químicos involucrados en los mismos.

En primer lugar, se propone ampliar los conocimientos que existen en la actualidad en cuanto a la variación de la reactividad del combustible en procesos de combustión parcialmente premezclados como estrategia para aumentar el control y modulación sobre el modo de combustión. Para ello se plantea un estudio y caracterización de los principales fenómenos (inyección, mezcla y autoencendido) derivados del uso de la gasolina en motores de encendido por compresión de inyección directa y mediante la utilización de un sistema *common rail* de alta presión. Derivados de estos estudios se presentan las principales diferencias encontradas en los procesos de inyección entre el Diesel y la gasolina debidos principalmente a las diferencias en densidad y viscosidad. También se observa que en los resultados de cantidad de movimiento, penetración y ángulo del chorro las diferencias son mínimas, existiendo por el contrario una gran diferencia en la longitud líquida entre ambos combustibles en condiciones evaporativas. Los estudios del proceso de mezcla muestran como, en condiciones de premezcla parcial donde los transitorios sobre el proceso de inyección son importantes, los resultados son similares para el Diesel y la gasolina.

En esta misma parte del trabajo, los resultados de combustión evaluados muestran el potencial del uso de combustibles de baja reactividad en los procesos de combustión de premezcla parcial. Se observa una mejora en la homogeneidad de la mezcla debida principalmente a los mayores tiempos de retraso, reduciendo sensiblemente la cantidad de EGR necesaria para ello, así como una mejora en el centrado de la liberación de calor en el ciclo motor.

En segundo lugar se presenta un nuevo modo de combustión basado en la asistencia por bujía (SAPPC *Spark Assisted Partially Premixed Combustion*) para mejorar el control tanto del inicio como del centrado del proceso de combustión. En este se muestran las características principales del efecto de la asistencia por bujía, una descripción fenomenológica y espacio-temporal del nuevo modo de combustión mediante el uso combinado de la señal de presión en cámara e imágenes del proceso de combustión. Se evalúa el efecto de la variación de diferentes variables de motor tanto sobre el modo de combustión como sobre la influencia de la bujía respecto a estos. Finalmente se presentan las principales tendencias encontradas en cuanto a emisiones y prestaciones del modo de combustión SAPPC. Así pues, los resultados muestran como el nuevo modo de combustión asistido por bujía desarrollado aumenta el control de la combustión de manera general. Permite un control directo del inicio de la misma en todo el rango evaluado, incluso en condiciones de muy baja carga, problemáticas en estos modos de combustión. Además, el centrado de la liberación de calor así como la dispersión entre ciclos mejora sensiblemente. Al mismo tiempo, el proceso de combustión reduce los gradientes de presión y el ruido derivado de la misma.

El proceso de combustión SAPPC muestra dos fases de manera general. Una primera de frente de llama que se inicia tras la descarga de la bujía y una segunda de autoencendido controlado por las condiciones de presión, temperatura y mezcla generadas en la cámara de combustión por esta primera fase. Los diferentes estudios paramétricos permiten profundizar en cómo se ven afectadas y modifican las fases de la combustión mediante los cambios de condiciones propuestos y en consecuencia el modo de combustión. Por último, los resultados de emisiones muestran dos escenarios claros: uno de bajas emisiones de NO<sub>x</sub> con una eficiencia menor del proceso de combustión. Un segundo escenario de alta eficiencia con niveles de NO<sub>x</sub> sensiblemente mayores. En ambos escenarios los niveles de hollín son despreciables.

Así pues, en base a los resultados derivados de la presente investigación se puede afirmar que la asistencia por bujía en los modos de combustión parcialmente premezclados es una estrategia que tiene un gran potencial en cuanto a control del inicio de la combustión, del centrado de la liberación de calor en un amplio rango de

motor y la reducción de los grande gradientes de presión. En cambio, es necesario seguir profundizando en la evaluación de las condiciones locales en la cámara de combustión, de manera experimental o mediante modelado 3D CFD, para mejorar los resultados de las emisiones de NOx e incrementar al máximo la eficiencia de dicho proceso de combustión a través del conocimiento de dichas condiciones locales.