

Resumen:

Desde la irrupción de los vehículos eléctricos en el mercado automotriz como una opción de transporte limpia y asequible, los fabricantes de motores han estado buscando nuevas formas de reducir la huella ambiental de los actuales motores de combustión interna alternativos (MCIA). Hoy en día, la mayoría de las investigaciones en aplicaciones de vehículos de pasajeros se centran en desarrollar aún más los motores de encendido provocado (MEP) para promover una nueva generación de sistemas de propulsión sostenibles y de alto rendimiento.

En este contexto, el concepto de encendido de precámara se está convirtiendo en una solución atractiva para aumentar la eficiencia térmica de los futuros MEP para vehículos de pasajeros, debido a su capacidad de acelerar el proceso de combustión. Además, la combinación de esta estrategia de encendido con mezclas diluidas (ya sea con aire o gases de escape) tiene el potencial de mejorar aún más el rendimiento del motor. En particular, en comparación con los sistemas de precámara activa con suministro de combustible auxiliar, la versión pasiva ofrece ventajas evidentes en términos de simplicidad mecánica, ensamblaje y coste. Sin embargo, todavía existen importantes obstáculos relacionados con la comprensión de los aspectos fisicoquímicos fundamentales del concepto (turbulencia, aerodinámica, conversión de energía, dinámica de los chorros, geometría de precámara...), que en última instancia han limitado la integración de esta tecnología en producción.

Por lo tanto, esta tesis doctoral pretende extender el nivel de conocimiento de este concepto de encendido mediante el uso de un modelo CFD de última generación, validado con un extenso conjunto de medidas experimentales y siguiendo una metodología especialmente desarrollada para este trabajo de investigación. Los resultados obtenidos se dividieron en tres partes:

La primera parte evaluó un MEP monocilíndrico de investigación, representativo de vehículos automóviles, que integraba el concepto de precámara pasiva en condiciones estequiométricas sin dilución. Aquí se evaluó el impacto del punto de operación del motor, el avance del encendido y la geometría de la precámara sobre los procesos físicos y termoquímicos que intervienen en este concepto de combustión.

La segunda parte del estudio se centró en caracterizar el concepto en condiciones diluidas con aire y recirculación de gases de escape (EGR). Se analizó en profundidad la evolución del proceso de combustión y la distribución de energía en la precámara y cámara principal para los límites de dilución experimentales. Además, también se evaluó el uso de hidrógeno para ampliar el límite de dilución con aire.

La última etapa de la investigación consistió en evaluar una posible aplicación tecnológica de este concepto de encendido a partir de los conocimientos adquiridos. Por ello, se desarrolló una metodología de diseño de precámara que combina herramientas numéricas 0D/1D y CFD. Posteriormente, la metodología fue validada en el banco de ensayos del motor, y la precámara resultante ofreció buenos niveles de rendimiento térmico y fue capaz de extender el límite de dilución con EGR.

Con ello, la presente tesis doctoral supone un avance significativo en el campo del análisis del impacto de la integración de sistemas avanzados en MCIA en general, y en MEP en particular, con el objetivo de mejorar sus prestaciones, emisiones o rendimiento, contribuyendo al esfuerzo que está realizando la comunidad científica para mitigar el impacto ambiental del sector del transporte.