

Esta tesis doctoral se encuadra en el contexto de una creciente concienciación y preocupación en la sociedad por la contaminación y su efecto sobre la salud de las personas, así como la influencia de los gases de efecto invernadero en el cambio climático. En este sentido, el sector transporte no ha sido una excepción, y se ha legislado para regular tanto las emisiones contaminantes como las de efecto invernadero de manera cada vez más estricta, retando continuamente a las empresas del sector y fabricantes de motores a aumentar la eficiencia y limpieza de sus sistemas propulsivos.

Este trabajo tiene por objetivo estudiar el impacto que tienen distintos sistemas de recirculación de gases de escape (exhaust gas recirculation o EGR) en un motor de encendido provocado, de inyección directa, sobrealimentado, con distribución variable y dentro de la tendencia del downsizing. Cabe resaltar que el motor bajo estudio es un modelo sin EGR empleado actualmente en aplicaciones de transporte por carretera de turismos utilitarios, por lo que el proyecto ha estado en todo momento ligado a la actualidad del sector, y los avances y descubrimientos de los estudios aquí presentados pueden resultar de una enorme utilidad y ser empleados en aplicaciones reales.

Estos sistemas de recirculación de gases de escape pretenden aumentar la eficiencia de los motores de encendido provocado con el objetivo de reducir la desventaja que estos presentan con respecto a los motores de encendido por compresión, mientras que se mantienen los niveles de emisiones. Dicha desventaja en eficiencia radica principalmente en una menor relación de compresión del motor de encendido provocado para evitar la autoignición y en el uso del dosado estequiométrico para el correcto funcionamiento del postratamiento.

En una primera aproximación, se implementa un circuito de EGR de baja presión para analizar el efecto que tiene la dilución con gases de escape en el funcionamiento del motor, la calibración óptima y el funcionamiento del postratamiento. Para ello, se desarrolla una metodología de diseño de experimentos en varios puntos de operación del motor en régimen estacionario con el objetivo de obtener el consumo específico mínimo. En dicho diseño de experimentos, las variables son la distribución variable de admisión y escape, el tiempo de ignición a través de la chispa y la tasa de EGR. De esta manera, se obtienen los parámetros de calibración y la tasa de EGR óptima para cada punto, obteniendo mejoras notables en consumo de combustible y por lo tanto en emisiones de dióxido de carbono. Después, se estudia la interacción entre los gases de escape recirculados y los residuales internos que no han podido barrerse del ciclo anterior, y la influencia de diluir con más EGR o con más IGR, pues la composición y temperatura entre ambos difiere notablemente. Estos residuales juegan un papel muy importante a baja carga debido a la alta presión de escape respecto a la de admisión, y pueden regularse con el sistema de distribución variable. Por último, se analiza el problema de dilución espontánea inducido por la condensación de parte del vapor de agua presente en el gas de escape recirculado. Cuando estas gotas de agua condensadas se acumulan y entran en el cilindro, pueden provocar inestabilidades que afectan a la eficiencia y las emisiones.

En la segunda etapa del proyecto, y una vez implementado el circuito de baja presión y analizados sus beneficios, se pretende explorar las distintas opciones que existen para llevar a cabo la dilución con EGR. Para ello, se instala en el motor un circuito de EGR de alta presión y posteriormente otro de baja presión en el que los gases de escape se extraen antes del postratamiento, de manera que la composición de los gases es más parecida a la de los residuales internos. Se realiza el mismo barrido de EGR con cada circuito en los distintos puntos de operación y se comparan los sistemas dos a dos en términos de combustión, emisiones, balance de energía y eficiencia, siendo el sistema común en ambas comparativas el circuito de baja presión tradicional.