

Resumen

El uso de la técnica de Recirculación de Gases de Escape (EGR) para la reducción de las emisiones de óxidos de nitrógeno (NO_x) en motores Diésel se inicia con las primeras normativas EURO y se extiende hasta hoy en día. Si bien los sistemas post-tratamiento se planteaban como alternativa para sustituir al EGR, finalmente, ambas tecnologías se han complementado para lograr alcanzar las estrictas limitaciones impuestas por las actuales normativas vigentes (EURO 6, TIER 2). El hecho de que el EGR actúe en la reducción de NO_x desde su origen en el proceso de combustión de forma efectiva y la simplicidad de ser implementado en un motor, han sido algunas de las ventajas que han mantenido al EGR como una de las principales técnicas contra los NO_x . Además, desde otro punto de vista, el uso del EGR se está extendiendo en otras aplicaciones como los MEP o HCCI para gestionar estrategias de funcionamiento propias de dichas motorizaciones.

Hasta ahora el EGR de alta presión refrigerado (HPEGR) había sido la configuración más generalizada para llevar a cabo la tasa de EGR. Sin embargo, se ve limitado para alcanzar altas tasas de EGR por su efecto en la T_{adm} , el incremento del g_{ef} o en las emisiones de partículas (PM). Ante esta situación, se planteaba el EGR de baja presión (LPEGR) como alternativa para superar estas limitaciones, aunque conlleva otras desventajas como el bajo valor de $\Delta P_{esc-adm}$ que impide realizar altas tasas de EGR o su efecto sobre otras emisiones contaminante durante el calentamiento motor en el ciclo de homologación.

En el marco de los nuevos retos a los que se enfrentan los vehículos ligeros con las futuras normativas (WLTP o TIER 3) y con las citadas limitaciones individuales de los sistemas HPEGR y LPEGR, en esta Tesis Doctoral se plantea el análisis de la combinación de las técnicas de EGR de alta y baja presión para alcanzar altas tasas de EGR y sus efectos sobre el consumo y las emisiones. Para llevar a cabo este objetivo, desde el punto de vista experimental, se plantean dos estrategias diversas de combinación: por una parte la combinación simultánea de ambos sistemas y por otra la combinación secuencial.

Para la combinación simultánea de los sistemas de HPEGR y LPEGR, se realiza un barrido de combinación de ambos sistemas en cinco puntos de funcionamiento del motor dentro del área de EGR. Para todos los puntos ensayados se analiza la capacidad de realizar mayores tasas de EGR que los sistemas individuales, desde el punto de vista de la renovación de la carga. Dicho análisis se lleva a cabo mediante el estudio de la evolución de las propiedades de la masa atrapada en el cilindro, el rendimiento volumétrico y las condiciones de funcionamiento del turbocompresor. Además se analizan las evoluciones del g_{ef} y de las emisiones contaminantes.

Respecto a la combinación secuencial de HPEGR y LPEGR, se realizan diversos ensayos de un ciclo de homologación NEDC a distintas temperaturas de funcionamiento (20°C , 0°C y -7°C). La estrategia de combinación secuencial implica empezar el ciclo de homologación con el sistema HPEGR y en determinado instante del ciclo (600s y 800s) cambiar al sistema LPEGR. Para estos ensayos se ha realizado el estudio de la evolución del calentamiento motor y el efecto en las emisiones de NO_x .

Finalmente, como aportación práctica, se plantea una técnica de estimación de gasto de LPEGR mediante el balance energético en el volumen de control definido en la unión del sistema de LPEGR con el conducto de aire fresco, antes de la entrada al compresor.