

Resumen

El objetivo del estudio es doble. Por un lado, determinar el efecto de la dispersión de la recirculación de gases de escape de alta presión (HP EGR por sus siglas en inglés) en las emisiones de óxidos de nitrógeno (NOx) y humos en motores diésel de automoción en operaciones de funcionamiento constantes. La investigación cuantifica las emisiones de NOx y humos en función del nivel de dispersión de EGR de alta presión entre cilindros. Por otro lado, el objetivo es explorar los límites del modelado unidimensional (1D) para predecir el movimiento del flujo de los gases en la compleja situación en la que estos entran en los cilindros desde el colector de admisión.

Los experimentos fueron realizados en un banco de pruebas con un motor diésel de 1.6 litros. Para detectar la dispersión de EGR de alta presión se instaló un sistema de válvulas en los conductos de admisión de cada cilindro para medir la concentración de CO₂ y por lo tanto la tasa de EGR en cada conducto. De la misma manera se instaló también un sistema de válvulas en el escape para medir las emisiones de NOx en cada cilindro. Además también se instaló un sensor de humos en la línea de escape, aguas abajo de la turbina, para medir el efecto de la dispersión de EGR de alta presión en las emisiones de humos además del sensor para medir el resto de las emisiones contaminantes también aguas debajo de la turbina. Se han estudiado 9 puntos de funcionamiento diferentes con distintas velocidades y niveles de carga, así que el mapa motor se ha estudiado en profundidad, desde 1250 hasta 3000 rpm y entre 3 y 20 bar de presión media efectiva (BMEP por sus siglas en inglés). La tasa de EGR varía entre 5 y 42 %, dependiendo del punto de funcionamiento. La geometría del modelo reproduce la geometría del motor diésel de automoción de 1.6 litros en el que se realizaron los ensayos experimentales. Incluyendo la línea de EGR de alta presión que fue instalada para controlar los niveles de dispersión durante los ensayos experimentales.

La metodología centrada en las herramientas experimentales combina aparatos de medida tradicional con un sistema de válvulas específico que ofrecen una información precisa en cuanto a la concentración de especies tanto en el colector de admisión como en el de escape. El estudio se realizó a emisiones de NOx constantes para observar el efecto de la dispersión de EGR en los valores de opacidad. En cuanto a la metodología centrada en las herramientas de modelado, las condiciones de contorno y toda la información necesaria para poner en marcha el modelo proviene de los resultados de los ensayos experimentales medidos con los diferentes sensores y aparatos mencionados anteriormente. Muchos de ellos necesarios para ajustar el modelo. La parte más importante para estudiar la capacidad de predicción del modelo es el diseño del colector de admisión. Es necesario poner especial atención en la orientación de los conductos, y en la estructura interna y la superficie para tratar de ser muy fiel a la geometría real, ya que ello determina la predicción de la dispersión. Esta aproximación de modelado casi tridimensional (3D) es posible gracias a un programa específico que importa la información necesaria desde un archivo de diseño asistido por ordenador (CAD por sus siglas en inglés) al programa de modelado 1D.

Respecto a la parte experimental, el estudio concluye que cuando la dispersión de EGR es baja, los niveles de opacidad se reducen en todos los puntos de funcionamiento. Sin embargo, por encima de ciertos niveles de dispersión de EGR, la opacidad crece seriamente con diferentes pendientes según el punto de operación. El estudio permite cuantificar este límite de dispersión de EGR. Además, la dispersión de EGR podría contribuir a incrementar el consumo de combustible por encima del 6.9%. Respecto a la parte de modelado, el estudio concluye que cuando la distribución de EGR entre conductos medida experimentalmente es asimétrica y

presenta un alto patrón de concavidad o convexidad, el modelo no predice adecuadamente la distribución del EGR. Además, el estudio concluye que, aunque en los ensayos experimentales la tasa de EGR afecta a la dispersión de EGR, el modelo 1D no es tan sensible como para predecir esta influencia cuando la tasa de EGR está por debajo del 10%.