

# Resumen

Los sistemas de inyección directa han sido uno de los principales puntos focales de la investigación en motores, particularmente en sistemas Diésel, donde la geometría interna, movimiento de aguja y comportamiento del flujo afectan el spray externo y por tanto determinan completamente el proceso de combustión dentro del motor. Debido a regulaciones medioambientales y al potencial de los (más ineficientes) motores “Otto”, grandes esfuerzos se están aportando en investigación sobre sistemas de inyección directa de gasolina. Los motores GDi tienen el potencial de incrementar sustancialmente la economía de combustible y cumplir con las regulaciones de gases contaminantes y de efecto invernadero, aunque aún existen muchos desafíos por delante. Esta tesis estudia en detalle una moderna tobera GDi que fue específicamente diseñada para el grupo de investigación conocido como ECN. Con el objetivo metodologías punteras, este inyector ha sido usado en un amplio abanico de instalaciones experimentales para caracterizar el flujo interno y varias características clave de geometría y funcionamiento y aplicarlo para evaluar cómo se relaciona con los efectos observados del comportamiento del chorro externo.

Para la caracterización interna del flujo, el objetivo ha sido determinar la geometría de la tobera y el desplazamiento de aguja, caracterizar la tasa de inyección y el flujo de cantidad de movimiento, y evaluar el flujo cercano. Algunas metodologías nunca antes habían sido empleadas en inyectores GDi, y muchas otras lo han sido solo eventualmente. Para la geometría interna, el levantamiento de aguja y el flujo cercano, varias técnicas avanzadas con rayos-x fueron aplicadas en las instalaciones de Argonne National Laboratory. Para la tasa de inyección y flujo de cantidad de movimiento, las técnicas disponibles en el departamento han sido adaptadas desde Diésel y aplicadas en inyectores GDi multiorificio. Dado lo novedoso de las técnicas aplicadas, las particularidades de las metodologías han sido discutidas en detalle en el documento. Aún con la elevada turbulencia del flujo interno, el inyector se comporta de forma consistente inyección a inyección, incluso cuando el estudio se centra en la variabilidad orificio a orificio. Esto ha sido atribuido al comportamiento repetitivo de la aguja, evaluado en los experimentos. También fue observado que el flujo estabilizado tiene una variación de alta frecuencia que no puede ser explicado por el movimiento de la aguja, sino por

el particular diseño de las toberas. El análisis de geometría interna realizado a ocho toberas nominalmente iguales resultó en la obtención de un punto vista único en la construcción de toberas y la variabilidad de dimensiones clave. Las medidas de tasa de inyección permitieron estudiar la respuesta hidráulica del inyector a varias variables como la presión de inyección, presión de descarga, temperatura de combustible y la duración de la señal de comando. Estas medidas fueron combinadas con medidas de flujo de cantidad de movimiento para estudiar el bajo valor del coeficiente de descarga, el cual fue atribuido al bajo levantamiento de aguja y coeficiente  $L/D$  de los orificios. Por otro lado, el estudio del spray externo resultó en la identificación de un importante fenómeno específico a este particular hardware, el colapso del spray. Las extensivas campañas experimentales, utilizando Schlieren e iluminación trasera difusa (DBI) permitieron identificar y describir las características macroscópicas del spray y las condiciones bajo las que el colapso ocurre. El colapso del spray se forma por una combinación de interacción de las diferentes plumas (causado por el flujo interno) y determinadas condiciones ambiente que promueven evaporación y entrada de aire. Fue determinado que a niveles de densidad y temperatura moderados se desarrolla el colapso, modificando completamente el comportamiento esperado del spray.