



AUTOR: Jhoan Sebastián Giraldo Valderrama

DIRECTOR DE LA TESIS: Raúl Payri Marín

1. TÍTULO: Macroscopic and microscopic characterization of non-reacting diesel sprays at low and very high injection pressures

2. RESUMEN:

En la exploración de nuevos métodos para el mejoramiento de la eficiencia y rendimiento del motor diésel, es claro que un gran esfuerzo debe estar enfocado en el proceso de inyección de combustible. La eficiencia de la combustión y las emisiones, se ven muy afectadas por el proceso de atomización, y se ha demostrado que incrementos en presiones de inyección conllevan un gran potencial para mejorar el ahorro de combustible, producir mejores mezclas de aire y combustible, y por tanto menor generación de emisiones contaminantes. Últimamente, las presiones de inyección han aumentado de alrededor de 50 MPa en los años 70 hasta 250 MPa en los días actuales. Presiones de inyección muy altas (250-300 MPa) o incluso ultra altas (> 300 MPa) vienen siendo materia de investigación con el fin de ser implementadas de manera comercial en un futuro próximo.

La estructura y desarrollo del spray diésel pueden ser caracterizados desde un punto de vista microscópico por medio de la medición del tamaño de gotas del spray y sus velocidades. En condiciones no- evaporativas, técnicas como el PDDPA (Phase doppler particle analyzer) vienen siendo utilizadas para la obtención de perfiles de diámetros y velocidades de gota con una alta resolución temporal.

Desde el punto de vista macroscópico, existen parámetros específicos que permiten caracterizar a un chorro diésel, estos son: la penetración de vapor y líquida junto con el ángulo de apertura del chorro. La penetración líquida es un indicador claro de la capacidad de evaporación del combustible utilizado, mientras que la penetración de vapor, por su parte, es indicativo del proceso de mezcla y la probabilidad de colisión con las paredes de la cámara de combustión; factores claves a la hora de la generación de emisiones contaminantes.

En esta tesis se estudia la influencia de presiones bajas, medias y muy altas presiones inyección, sobre un amplio espectro de condiciones y diagnósticos experimentales, y desde el punto de vista macroscópico y microscópico. Se realizaron experimentos para tres diferentes inyectores, 2 solenoides y un piezo eléctrico, este último con la capacidad de alcanzar presiones de inyección cercanas a 270 MPa. Las medidas incluyen una caracterización hidráulica, compuesta por tasa de inyección; una visualización de alta velocidad del chorro líquido isoterma; una visualización de alta velocidad del chorro inerte evaporativo, con captura simultánea de las fases líquida y vapor; y finalmente, una caracterización microscópica por medio de la obtención de distribución de tamaño de gotas y sus velocidades.

Con respecto a los ensayos microscópicos, se desarrolló una metodología para el aislamiento y alineación de sprays con un error de medición muy bajo de $0,22^\circ$. Se llevaron a cabo mediciones de velocidad de gotas, cuyos los resultados mostraron buen ajuste con perfiles teóricos de velocidad. De igual manera, una correlación para el tamaño de gota SMD se obtuvo mostrando un alto nivel de ajuste y siendo representativa para todo el rango de presiones de inyección estudiados.

En el caso de la caracterización macroscópica del chorro isoterma, se han detectado variaciones macroscópicas en el desarrollo del chorro con propiedades de gas, inclusive en condiciones de motor comunes. Para estimar estos efectos y otros que las presiones de inyección muy altas tendrían sobre la estructura del chorro, se incentivó la aparición de ondas de choque controlando la velocidad del sonido del ambiente. Se usaron tres gases ambientales (SF_6 , N_2 y CO_2) con diferentes velocidades de sonido, promoviendo de esta manera chorros supersónicos en determinados casos. Al comparar ensayos con mismas densidades y diferentes gases ambientales, se encontró que todas las tendencias cercanas al estado transónico ($0.8 < M < 1.2$) tenían una mayor penetración y menor ángulo de chorro. Con respecto al chorro evaporativo, para presiones de inyección muy altas como 270MPa, los efectos de los parámetros ambientales y de inyección permanecieron iguales con respecto a todas las características macroscópicas.