

# Resumen

El modelado se ha convertido en los últimos años en una herramienta esencial en el diseño de motores de combustión interna alternativos, ya que permite reducir considerablemente el tiempo y los costes de desarrollo. Las metodologías de diseño clásicas se basan en la fabricación de prototipos y la realización de pruebas de ensayo y error. Actualmente, la mayoría de estas pruebas han sido sustituidas por cálculos numéricos, de modo que sólo las opciones de diseño más prometedoras se prueban en realidad en banco motor.

Durante años, los códigos unidimensionales de dinámica de gases en el dominio del tiempo han sido suficientes para modelar tanto las prestaciones y el consumo del motor como el ruido de admisión y escape. Sin embargo, para un nivel más exigente de diseño, una representación 1D puede no ser suficiente para describir con precisión el flujo en ciertos elementos. Esto es especialmente importante en el caso de silenciadores, donde la hipótesis unidimensional sólo se puede aplicar a geometrías simples e, incluso en ese caso, sólo se pueden obtener resultados adecuados para frecuencias inferiores a la frecuencia de corte de los modos de orden superior. En el caso de las uniones de conductos es la existencia de estructuras tridimensionales de flujo complejas lo que establece el límite de la aplicabilidad de una descripción simple cero-dimensional. En vista de estas limitaciones, la primera opción sería típicamente el uso de un modelo de dinámica de fluidos computacional (CFD); sin embargo, la aplicación de un modelo de este tipo para un sistema de admisión o de escape completo conlleva un tiempo de cálculo excesivo.

Una posible solución de compromiso alternativa viene dada por los modelos cuasi-3D, basados en esquemas tridimensionales, pero con ciertas simplificaciones capaces de reducir significativamente el tiempo de cálculo sin afectar excesivamente a la precisión. Tales soluciones se han convertido en estándar en los códigos comerciales y se han aplicado con éxito a los silenciadores con tubos perforados y materiales absorbentes, tanto para excitaciones acústicas en el régimen lineal como en condiciones reales de motor, típicamente no lineales.

Esta tesis tiene como objetivo el desarrollo de un nuevo método numérico cuasi-3D en una malla escalonada, basado en la simplificación de la ecuación de la cantidad de movimiento, para ser incluido en un código unidimensional existente. Tal método, sin embargo, no está libre de inconvenientes. En particular, se ve afectado por la aparición de oscilaciones no físicas, especialmente en gradientes de presión significativos. De la revisión bibliográfica se determina que este comportamiento es típico en esquemas de segundo orden y se puede ver acentuado por las simplificaciones adoptadas. Tras estudiar las posibles soluciones aplicables a este problema, se desarrollan tres limitadores de flujo diferentes, basados en las metodologías MDT (momentum diffusion term), FCT (flux corrected transport) y TVD

(total variation diminishing). En el caso de los dos últimos métodos, su efectividad está bien establecida para los esquemas de diferencias finitas, lo que define una clara vía de mejora para los modelos cuasi-3D.

Una vez definido el método numérico y asegurada su estabilidad, es necesario desarrollar las condiciones de contorno adecuadas que permitan su utilización. Con este objetivo, se desarrollan las condiciones de pulso de presión de entrada y de extremo anecoico, los cuales permiten simular un banco de impulso. No hay que olvidar, sin embargo, que el objetivo final es la conexión con un código unidimensional, por lo que hay que comprobar que el método numérico cuasi-3D creado es compatible con los unidimensionales existentes, mostrando algunos resultados preliminares.

Finalmente, con el método ya completamente operativo, se procede a su validación en las aplicaciones para las que ha sido diseñado principalmente, las cuales son, modelado de silenciadores y uniones de conductos. Para el caso de los silenciadores, se modelan dispositivos de complejidad creciente, pasando por geometrías de sección constante hasta sistemas con geometrías reales. Los resultados obtenidos se validan con otras herramientas tanto lineales como no lineales. En el caso de las uniones de conductos, el objetivo principal es el de establecer el potencial del nuevo método numérico frente a los tradicionales unidimensionales, por lo que los resultados de ambos se comparan con datos experimentales, obteniendo resultados prometedores.