

Parte IV

Conclusiones y tareas futuras

12. Conclusiones y tareas futuras

De aquí en adelante se reflexionará sobre la validez de los datos obtenidos, los resultados encontrados y las posibles rutas de trabajo que quedan abiertas para posibles trabajos futuros.

Como se afirmó al principio del proyecto el objetivo de éste era estudiar la interacción entre el ala y el motor tridimensionalmente, cosa que por falta de tiempo no se ha estudiado. El problema se podría afrontar con el método de paneles tridimensional; este método conlleva algunos problemas de implementación que no tiene el bidimensional, entre ellos cabe destacar la posición de la estela del ala que se podría conseguir hallar iterando. Otro problema en el desarrollo del cálculo numérico sería generar la malla del motor y del ala de manera ordenada; este problema sería el de mayor magnitud en cuanto a tiempo para resolver el problema del campo aerodinámico sobre un motor y un ala. También habría que elegir el tipo de unión entre motor y ala para así modelar una geometría lo más real posible, aunque bien es cierto que en una primera resolución del método de paneles se podría omitir la estructura de unión entre el ala y el motor.

Respecto al trabajo realizado, conviene recordar que en la toma dinámica no se ha aplicado el método de líneas, debido a que la geometría de la toma hacia que hubiera un pico de succión muy elevado que provocaba un gradiente de presiones muy severo, de manera que el desprendimiento predicho por el método de líneas laminar era muy cerca del borde de ataque, por tanto no merecía la pena implementarlo para no producir resultados con ninguna validez, por ello las distribuciones de presiones sobre la toma se han calculado sin ver la posible influencia en ellas del desprendimiento de la capa límite, así que estas presiones sobre la toma serán buena aproximación hasta el punto de desprendimiento (siempre que éste se produzca lo suficientemente alejado del borde de ataque, es decir que no haya un desprendimiento de corriente masivo). A través del análisis por *CFD*, donde se usaron modelos turbulentos, se observó que para los problemas estudiados en la toma apenas se producía desprendimiento de la capa límite, y si lo hacia se volvía a adherir, por lo que las presiones halladas potencialmente se pueden considerar válidas, tal y como muestran las gráficas de comparación de los dos métodos. Hubiera sido muy interesante y será otro de los posibles estudios de ampliación de este proyecto, la implementación de una capa límite turbulenta para poder así calcular la evolución de la capa límite sobre la toma difusiva, y poder así comparar los resultados con los obtenidos por *CFD*. Además una vez implementada esta capa límite turbulenta también se podría aplicar a los perfiles y comparar los

resultados de la nueva capa límite (turbulenta) y de la antigua (laminar).

Otra posible ruta de trabajo futura sería intentar extender los resultados a regímenes más compresibles, de hecho una opción rápida sería aplicar las analogías de Kàrmàn-Tsien o de Prandtl-Glauert. Al principio del proyecto se pretendía aplicar pero debido a los resultados obtenidos por *CFD* para números de Mach del orden de 0.4, en donde se podía apreciar como la compresibilidad apenas afectaba, se decidió que no merecía la pena aplicar en esas condiciones estas analogías. Lo que si bien es cierto que para números de Mach superiores si se quieren obtener resultados más realistas se deberán corregir los datos incompresibles a través de estas analogías o bien implementando las ecuaciones de Euler. Como es fácil de entender esta segunda opción será mucho mejor aproximación pero también mucho más costosa en tiempo.

Como dentro del regimen subsónico incompresible las distribuciones de presiones eran bastante válidas, se puede afirmar que los resultados subsónicas incompresible de distribución de presiones en la toma y en los perfiles son correctos. De manera que parámetros globales como la sustentación del perfil tendrán bastante validez. Además ha quedado bastante clara la igualdad de presiones obtenidas por los distintos métodos usados durante el proyecto a través de las figuras de comparación de las distribuciones de c_p .

Fijándose en la resistencias del perfil, los valores hallados durante este proyecto se pueden considerar buenas aproximaciones, ya que se ha tenido en cuenta la resistencia debido a la presión (causada por el desprendimiento de la capa límite) y la resistencia debido a la fricción (implementada dentro del mismo código que resolvía la capa límite); siendo el resultado del C_{dp} muy parecido para los dos métodos usados. Sin embargo los datos de resistencias de la toma dinámica no se han hallado con un estudio de la capa límite, siendo los únicos datos de resistencia viscosa, los obtenidos a través de *CFD*. A parte de todos los resultados de resistencias obtenidos por Mecánica de Fluidos Computacional relativos a la toma, el único dato alcanzado sin el uso de CFD ha sido el empuje experimentado por los labios del motor debido a las presiones; esta componente de fuerza tiene sentido 'x' negativo en la mayoría de los casos (usando como parámetro el gasto absorbido por el motor) a causa de la inclinación de los labios de la toma.

Un aspecto limitante importante para el código numérico desarrollado por el método de paneles en este proyecto, es que los resultados que se obtendrían para el caso en que el perfil esté situado más retrasado que el motor son deficientes. Esto se debe a que la condición de contorno en el chorro y en la góndola es de velocidad tangente al obstáculo, esto hace que entre el perfil y el chorro se produzca una disminución de sección para el paso del aire, lo que provoca una disminución de la presión sobre el intradós del perfil, disminuyendo la sustentación del perfil. La condición de contorno adecuada para la parte del chorro que se encuentra situada en la vertical del perfil será $p = p_\infty$, esto permitiría que la presión del intradós sea más cercana a la real. Esto ha sido la razón por la cual

no se ha colocado el perfil sobre el chorro y si delante de éste.

Para los dos primeros tipos de problemas (sección longitudinal de un motor y sección longitudinal de un motor con un perfil) la comparación de resultados entre los dos métodos usados (*CFD* y unión método de paneles y método de líneas) ha producido resultados muy similares excepto para los picos de succión, en los cuales el tamaño de los elementos de la malla usada por *CFD* no ha permitido recoger de manera precisa la evolución de las variables fluidas.

Respecto a todos los resultados mostrados a lo largo del proyecto, merece la pena destacar las Figuras (39, 40, 43 y 44) en las que se mostraba la variación de distintos parámetros del perfil y de la toma frente a las distintas posiciones verticales y horizontales del perfil frente a la toma (resultados dados por la resolución del modelo bidimensional con perfil). Con estas gráficas se podría llevar a cabo la colocación adecuada del perfil respecto a la toma de acuerdo con unos criterios de optimización (entre ellos: disminuir la resistencia, aumentar la sustentación del perfil, ...). Todo este estudio se hizo para perfiles NACA 0012 y la toma difusiva con perfiles NACA 1-85-100, pero con el código desarrollado se podía extender fácilmente a otro tipo de geometrías de perfil y de toma. Pensando en una posible ampliación del proyecto merecería un especial interés realizar el trabajo anterior pero resolviendo el problema tridimensional de un motor con un ala.

Centrándose ahora en el estudio axilsimétrico, se ha obtenido parámetros como el punto de remanso y el empuje de la toma, de forma paralela a como se operó para el caso de la sección del motor bidimensional. Conviene recordar que en la inmensa mayoría de los casos las tomas difusivas de las góndolas no son axilsimétricas debido a la exigencia de buen comportamiento de la toma para un gran rango de operaciones. Lo que bien es cierto es que la hipótesis de toma axilsimétrica ha permitido un primer estudio para la resolución del problema tridimensional que aspiraba inicialmente a resolver este proyecto. De nuevo ha habido una gran coincidencia entre los dos distintos métodos usados para la resolución del problema en cuanto a presiones.