

CONCLUSIONES

Dentro de un análisis más amplio sobre el flujo que evoluciona a través de una turbomáquina, era nuestro interés el desarrollo y análisis del flujo meridional axilsimétrico como un problema desacoplado del resto.

El desarrollo lo hemos realizado mediante dos métodos como han sido la teoría del equilibrio radial simplificado y la teoría del disco actuador.

En primer lugar, y con el fin de ver la validez de la misma, se desarrolló la teoría del disco actuador para casos simples y variados. Se pudo constatar la validez de dicha teoría para la resolución de los diversos casos, bajo condiciones muy distintas y muy diferentes entre sí; se analizó desde el flujo a través de un filtro hasta el flujo que evoluciona por una hélice pasando por flujos con intercambio de calor o trabajo.

Se abordaron problemas tanto unidimensionales como bidimensionales, con el fin de comprobar que se puede tratar de una herramienta útil para la resolución de determinados problemas.

Una vez examinada la validez de la teoría del disco actuador (siempre para unas condiciones determinadas) entramos en el análisis exhaustivo del flujo meridional axilsimétrico.

Éste lo hemos analizado en un primer momento para flujo incompresible, para después ampliarlo para flujo compresible.

En el caso de flujo incompresible, después de la aplicación de ambas teorías, se puede observar que se tratan de herramientas válidas para un primer análisis, resultando la del equilibrio radial simplificado mas “limitada”.

Analizando los resultados obtenidos, se observa como la aplicación de las mismas sobre distintos elementos, tanto de turbina como de ventilador, dan resultados coherentes, si bien existen algunas diferencias significativas entre ambas.

La teoría del equilibrio radial nos da una solución para la evolución del flujo menos flexible que la del disco actuador. Si bien adopta soluciones “válidas” para los distintos elementos tratados (ya sea rotor, estator o escalonamiento múltiple), hay que notar que ésta no distingue la posición en la cual se encuentra el elemento. Es decir, adopta la misma solución para elementos iguales aunque uno se encuentre a una distancia totalmente diferente del otro. Esto conlleva, como factor importante, que dicha teoría no distinga entre elementos aislados y escalonamientos múltiples, es decir, no tiene en cuenta las interferencias que producen unos elementos sobre otros.

Por el contrario, la teoría del disco actuador da una mejor solución a este factor, ya que en ella tiene gran importancia la posición de los distintos elementos (ya sean aislados o no). Esto lleva fundamentalmente, a que tenga influencia sobre la evolución del flujo, el tamaño de los álabes. Esto además conlleva que sí “distinga” entre elementos aislados y escalonamientos múltiples, teniendo en cuenta la interrelación existente entre los mismos.

Teniendo en cuenta todo esto, los valores alcanzados con la teoría del disco actuador se encontrarían mas próximos a los “reales” que los obtenidos mediante la teoría del equilibrio radial simplificado. Se puede considerar que los resultados del disco son “correcciones” de los obtenidos mediante el equilibrio radial.

A su vez, durante el análisis hecho, se han ido aplicando sobre los distintos casos diferentes leyes torsionales. Estas leyes son muy importantes debido a la gran influencia que tienen sobre los cambios generados en el flujo. Además estas leyes se encuentran relacionadas directamente con la geometría de los álabes, lo que las hace muy interesante por ejemplo para un análisis básico en un problema de diseño de los mismos.

En este punto, el acercamiento entre ambos métodos de resolución es mayor. Es decir, para cada ley, hemos encontrado que los resultados obtenidos con ambas

leyes son similares. En cada caso, hemos visto como los perfiles que adoptaban las velocidades de salida eran similares, lo que nos llevaba a una coincidencia en otros parámetros importantes como ángulos de salida (y deflexión), grado de reacción, coeficiente de carga,...

Por ejemplo, con la ley torbellino libre, en ambos casos, obtenemos ante un perfil de la velocidad de entrada constante un perfil a la salida muy poco variable con el radio. Esto además se cumplía para todos los elementos, tanto rotor o estator aislado como escalonamientos múltiples. En este punto, los resultados de ambas teorías si coinciden.

Otro caso es, por ejemplo, con la ley torbellino fijo. Nos encontramos que, tanto al resolver mediante el equilibrio radial simplificado como mediante el disco actuador, tanto el coeficiente de carga como el grado de reacción son constantes con el radio, y además esto se cumple para todo tipo de escalonamientos.

Además, la distribución de los ángulos obtenida con ambos métodos son similares lo que resulta un factor muy interesante desde el punto de vista de la forma que deben adoptar los álabes para una determinada evolución del flujo.

Estos resultados obtenidos de las diferentes evoluciones del flujo según la ley torsional, son coincidentes por tanto mediante ambos métodos en el estudio hecho del flujo incompresible.

En cuanto al flujo compresible, el desarrollo se ha llevado a cabo exclusivamente mediante la teoría del disco actuador.

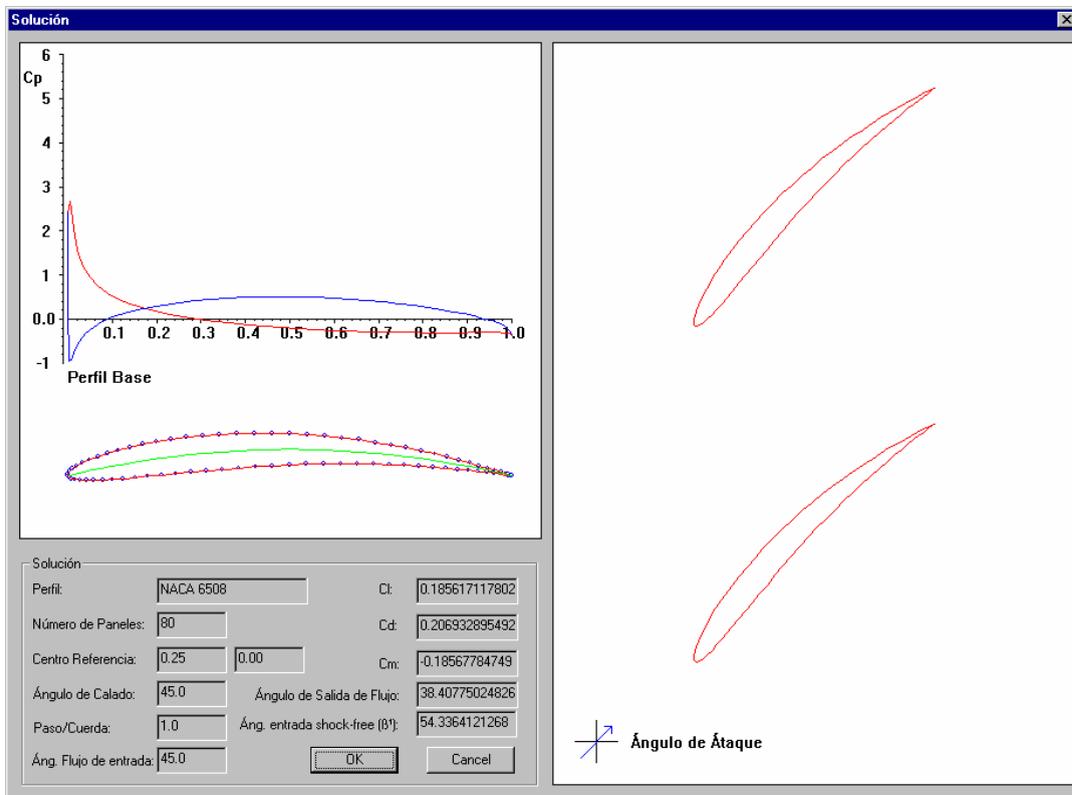
En los resultados obtenidos, se puede observar por un lado como se siguen cumpliendo los resultados del flujo incompresible. Esto hace que se puedan confirmar como válidos los resultados que se obtuvieron al analizar el flujo como incompresible.

Obtenemos de nuevo que existe una interrelación entre los distintos elementos, al mismo tiempo que se siguen obteniendo las mismas características para las diferentes leyes torsionales que se aplicaron.

Por otro lado, vemos la influencia de la compresibilidad del fluido, lo cual provocará diferentes cambios. Fundamental sobre todo, las variaciones que produce en la velocidad de salida con respecto a la entrada dependiendo del tipo de escalonamiento.

Podemos considerar por tanto, que ambas teorías, aunque en mayor medida la teoría del disco actuador, describe (bajo ciertas condiciones que se comentaron en su desarrollo) de manera adecuada la evolución que sufre el flujo meridional a su paso por una turbomáquina.

Como posibles desarrollos futuros, dentro de un estudio mas amplio llevado a cabo por el grupo de motores térmicos de Sevilla (GMTS), podemos citar el acoplamiento con modelos para cascadas en el plano circunferencial (figura 5.1).



(Figura 5.1 Programa de cascadas en plano circunferencial)