

6.- CONCLUSIONES

En este trabajo se ha desarrollado una herramienta de generación y cálculo de trayectorias globales (de aeropuerto a aeropuerto) de aviones comerciales. Estas trayectorias están definidas por la unión de segmentos de vuelo, en los que se han tenido en cuenta los procedimientos de vuelo de las aerolíneas y las limitaciones impuestas por el sistema de control de tráfico aéreo. La finalidad de esta herramienta es calcular parámetros globales de la trayectoria, como son el consumo de combustible y el tiempo de vuelo, parámetros de gran importancia en la planificación del vuelo, y en la definición de rutas eficientes (por ejemplo, desde el punto de vista de la protección del medio ambiente).

La herramienta se ha basado en una trayectoria tipo, esto es una trayectoria global predefinida por un número pequeño de parámetros, lo que ha permitido analizar las trayectorias globales de forma eficiente, dado el número tan grande de segmentos de vuelo que se tienen habitualmente.

La herramienta es versátil debido a su modularidad, pues permite reemplazar fácilmente el calculador de trayectorias así como la rápida modificación de la trayectoria tipo. Cabe destacar que la herramienta hereda todas las propiedades del calculador empleado, es decir, permite usar aquellos modelos de aeronave que permite el calculador y los resultados son acordes al sistema de ecuaciones que resuelve éste. De esta forma, cualquier mejora que experimente el calculador se verá reflejada también en la herramienta.

La herramienta es eficiente debido a los cortos tiempos de cálculo necesarios. Estos tienen dos fuentes principales:

- el tiempo empleado por el calculador en calcular los segmentos, y sobre el que no se tiene control,
- y el tiempo empleado por el algoritmo durante el proceso de iteración.

El segundo tiempo se halla relacionado con el primero pues cuanto más rápido converja el algoritmo, menos iteraciones deberá hacer y por tanto, menos veces deberán ser calculados los segmentos del bloque 3. El algoritmo planteado ha resultado dar buenos resultados, pues en dos o tres iteraciones converge. Esto es debido tanto a la naturaleza del problema, como a la lógica de corrección del error y a la estimación de la primera solución, basada en aproximaciones empleadas por pilotos comerciales.

La herramienta se ha aplicado a un vuelo Madrid-Frankfurt de un avión Boeing 767-300ER. Los resultados muestran que la influencia que tiene el peso al despegue en el consumo de combustible es grande, mientras que la influencia en el tiempo de vuelo es pequeña.

Como líneas de trabajo futuro se plantean tres:

- estudiar la influencia sobre las magnitudes globales (consumo de combustible y tiempo de vuelo) de otros parámetros tales como los coeficientes del modelo de avión (aerodinámicos, propulsivos, etc.), las velocidades operativas, el modelo de atmósfera, el viento, etc.,

- debido a la eficiencia de la herramienta, aplicar algoritmos de optimización de la trayectoria global, por ejemplo para minimizar el índice de coste (Cost Index, esto es, una combinación de los costes de combustible y el tiempo de vuelo), actuando en aquellos parámetros sobre los que se tiene capacidad de control, como son la altitud de vuelo o las velocidades operativas,
- analizar procedimientos avanzados de navegación como son la navegación de área (RNAV) y los descensos continuos (CDA, Continuous Descent Approach).