

EJERCICIO

OBJETIVO: Profundizar en las ecuaciones de la velocidad de divergencia desarrolladas en la clase teórica. Analizar el efecto de la posición del eje elástico en la velocidad de divergencia.

Enunciado: La sección de la figura 1 de cuerda c y envergadura unidad ha sido ensayada en un túnel de viento a nivel del mar y diferentes velocidades, suficientemente bajas como para poder considerar flujo incompresible. La posición del cajón de torsión se puede mover para cambiar la posición del eje elástico¹.

La sección se sitúa en el ensayo con un ángulo de ataque inicial α_0 de 3 grados. Los primeros ensayos en el túnel demuestran que, con el eje elástico en la mitad de la cuerda ($e_0 = c/4$), la velocidad de divergencia V_{D0} es de 400 KEAS². Por otro lado, el ADB³ (*Aerodynamic Data Basis*) predice una relación de C_{MAC} a $C_{L\alpha}$ de -0.075 ($C_{MAC}/C_{L\alpha} = -0.075$) y un coeficiente de sustentación $C_{L\alpha}$ de 4. Los datos del ADB están adimensionalizados con una superficie de referencia $S=5m^2$.

Se pide:

1. Para el perfil con el eje elástico en la mitad de la cuerda ($e_0 = c/4$), desarrollar la expresión general (sin sustituir valores numéricos) del ángulo de torsión α_e y la fuerza de sustentación del perfil L en función de la velocidad V en el túnel aerodinámico adimensionalizada con la de divergencia V_{D0} , es decir, en función de la relación V/V_{D0} . Sustituir los valores numéricos de este problema y dibujar de forma esquemática el ángulo de torsión y la sustentación en función de la relación V/V_{D0} .
2. A continuación se desea mover el cajón de torsión y variar la posición del eje elástico a una distancia e del centro aerodinámico. Desarrollar la expresión general del ángulo de torsión α_e y de la sustentación L en función de la relación V/V_{D0} y la relación e/e_0 .

Homework: Particularizar las expresiones de α_e y la sustentación L del segundo apartado con los valores numéricos del problema y dibujarlas de forma esquemática para valores de e/e_0 de 0.0, 0.25, 0.50 y 0.75. Utilícese como software de cálculo Matlab, Octave o, en su defecto, Excel.

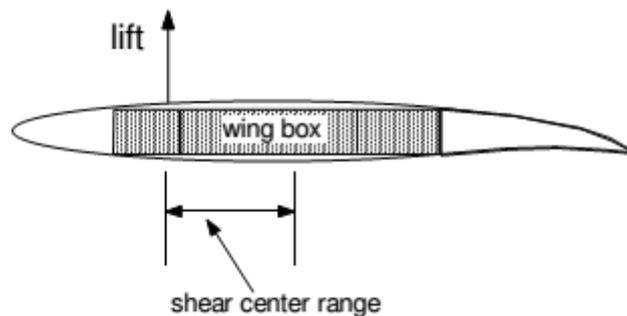


Figure 1: Sección 2D con cajón de torsión móvil

¹Cuando el eje elástico se sitúa en la mitad del perfil, el centro aerodinámico está a un cuarto de la cuerda por delante del eje elástico.
²KEAS es la velocidad equivalente o *equivalent airspeed* en nudos. 1 Knot = 1 nm/h = 0.5144 m/s. En la industria es práctica común emplear unidades de velocidad KEAS, KCAS (Velocidad calibrada o *calibrated airspeed* en nudos) o KTAS (Velocidad real o *tru airspeed* en nudos), mientras que la altura de vuelo se suele dar en pies [ft].

³En ADB es el documento editado por el Departamento de Aerodinámica en el que se detallan todos los coeficientes aerodinámicos de la aeronave.