

															Número				
Apellidos																			
Nombre																			

PROBLEMA 3 (45 minutos)

CONTESTAR EN LA CARA OPUESTA. NO SE TENDRÁN EN CONSIDERACIÓN HOJAS ADICIONALES.

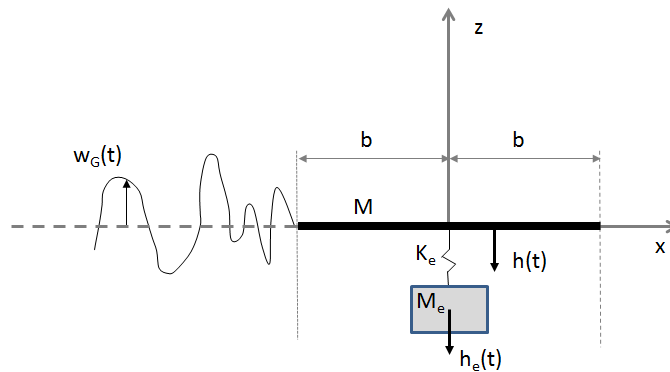
Enunciado: La figura inferior es un modelo de tunel construido para simular el efecto de la flexibilidad de la unión motor-ala en la respuesta a ráfaga.

El perfil tiene cuerda $2b$ y envergadura unitaria. La masa del perfil es M y la aerodinámica puede considerarse bidimensional e incompresible. El perfil tiene un sólo grado de libertad de desplazamiento vertical absoluto h (positivo hacia abajo).

El motor tiene masa M_e y la rigidez de la unión motor-ala es K_e , de forma que la frecuencia característica del modo de motor es $\omega_e = \sqrt{K_e/M_e}$. El motor tiene un sólo grado de libertad de desplazamiento absoluto vertical h_e (positivo hacia abajo) y no se consideran cargas aerodinámicas no estacionarias sobre él.

Se pide:

- (2 puntos) Formular la ecuación dinámica de movimiento vertical del perfil y la de movimiento del motor en el dominio del tiempo, utilizando la variable adimensional $s = U_\infty t/b$.
- (1 punto) Adimensionalizar la ecuación del movimiento del perfil dividiendo por $2\pi\rho_\infty U_\infty^2$. Deben aparecer los siguientes parámetros adimensionales: $\lambda = M/4\pi\rho_\infty b^2$, $\Lambda = M_e/M$ y $k_e = \omega_e b/U_\infty$.
- (1 punto) Adimensionalizar la del movimiento del motor dividiendo por M_e y operar de forma que aparezca la variable adimensional k_e .
- (2 puntos) Expresar las dos ecuaciones anteriores en el dominio de Laplace, denotando las transformadas de Laplace con una barra horizontal, es decir, \bar{h} , \bar{h}_e , $\bar{\Phi}$, $\bar{\Psi}$ y \bar{w}_G .
- (2 puntos) Despejar la transformada de Laplace adimensional de la aceleración del perfil, es decir, $p^2\bar{h}/b$. La expresión final deberá escribirse tal y como se detalla en la nota 4 (ver abajo).
- (2 puntos) Determinar la relación de aceleraciones entre motor y perfil en el plano de Laplace, es decir, la relación $(p^2\bar{h}_e/b) / (p^2\bar{h}/b)$. Comprobar dicha relación en los casos extremos de "motor desconectado" y "unión motor-ala infinitamente rígida".



NOTA:NOTA:

- La sustentación (positiva hacia arriba) debido al movimiento del perfil viene dada por:

$$L_M = +\pi\rho_\infty U_\infty^2 \left[\bar{h}(s) + 2 \int_0^s \bar{h}(\sigma)\bar{\Phi}(s-\sigma) d\sigma \right]$$

- La sustentación (positiva hacia arriba) debido a una ráfaga de intensidad w_G viene dada por:

$$L_G = +2\pi\rho_\infty U_\infty^2 b \int_0^s (w_G(\sigma)/U_\infty)\bar{\Psi}'(s-\sigma) d\sigma$$

- Nótese que, para la coordenada $h(t)$ tal y como se ha definido, las fuerzas generalizadas son $Q_{h(M)} = -L_M$ y $Q_{h(G)} = -L_G$.

- Se demuestra que la aceleración adimensionalizada viene dada por la ecuación $\frac{p^2\bar{h}}{b} = -\frac{\bar{w}_G p \bar{\Psi}}{2\lambda + \frac{1}{2} + \bar{\Phi} + [\dots]}$. Si [...] se hace cero corresponde a perfil sin motor, es decir, las ecuación formulada en la clase de teoría.